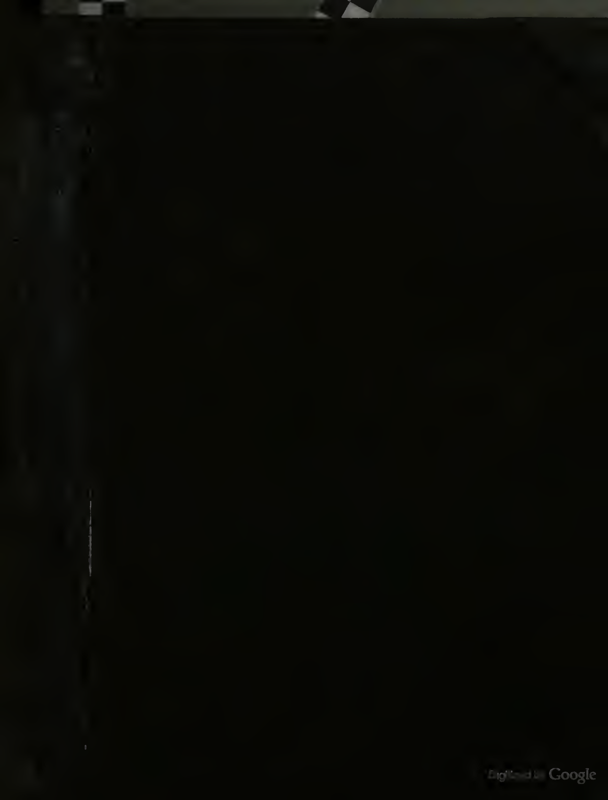
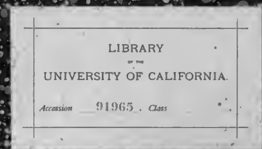
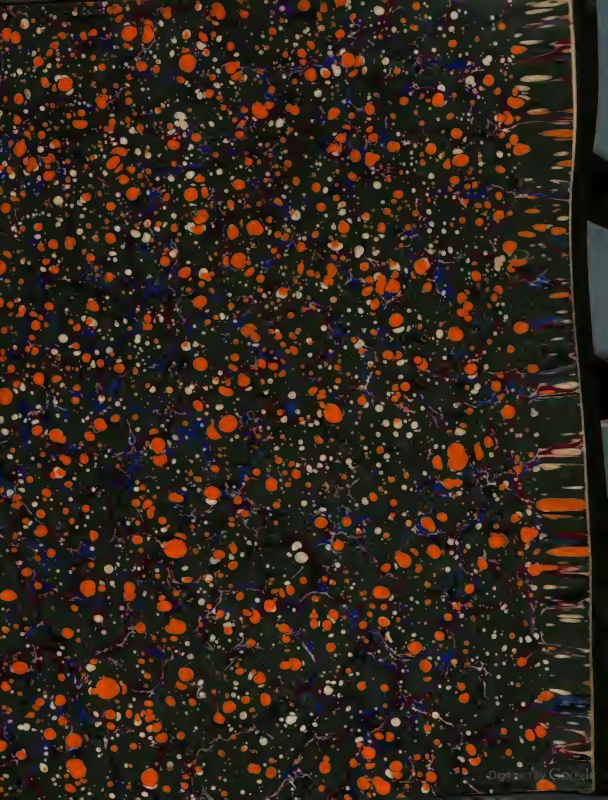






ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN

BEGUTACHTUNGS-AUSSCHUSS.

K. HINCKELDEYN, OBER-BAUDIRECTOR. A. KELLER, GEHEIMER OBER-BAURATH. DR. H. ZIMMERMANN, GEHEIMER OBER-BAURATH.

SCHRIFTLEITER:

OTTO SARRAZIN UND FRIEDRICH SCHULTZE.

JAHRGANG L.

MIT LXXIII TAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.



BERLIN 1900.

VERLAG VON WILHELM ERNST U. SOHN.

GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

WILHELMSTRASSE 90.

Inhalt des fünfzigsten Jahrgangs.

A. Landbau.

B. Wasser-, Schiff-, Maschinen-, Wege- und Eisenbahnbau.

C. Kunstgeschichte und Archäologie.

D. Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

E. Anderweitige Mittheilungen.

Statistische Nachweisungen,

im Auftrage des Ministers der öffentlichen Arbeiten bearbeitet, betreffend:

Druckfehler-Berichtigungen.

Seite 400 Zeile 2 v. u. lies: Abb. 16 Bl. 52, statt: Abb. 15 Bl. 52
Seite 410 Zeile 5 v. o. lies: Abschnitt III unter 5, statt: unter 3.
Seite 420 unter Text-Abb. 4 lies: Schnitt durch das Wehr bei Wilhelmshausen, statt: bei Wilhelmshaven

JAHRGANG L. 1900. HEFT I BIS III.

Das Mausoleum zu Halikarnafs.

Von Friedrich Adler.

(Mit Abbildungen auf Blatt 1 bis 5 im Atlas.)

1. Geschichtliches.

Au der Südwestecke Kleinasiens, in der Landschaft Karien, war im 11. Jahrhundert v. Chr. nach dem Vorbilde älterer äolischer und ionischer Stadtgründungen auch eine dorische Hexapolis zustande gekommen, welche auf der Insel Rhodos die Städte Lindos, Kameiros und Ialysos, auf der Insel Kos die gleichnamige Stadt und auf dem Festlande Knidos und Halikarnafs umfafste. Trotz des Widerstandes, den phönikischer Handelsneid ihnen bereitete, gelangten diese fröhlich aufgeblühten Griechenstädte doch durch Handel und Industrie zu einem genügenden Wohlstande und bewahrten lange ihre Freiheit. Aber das Vordringen des lydischen Stammes unter reichen und ehrgeizigen Fürsten nach der Küste brachte sie alle erst unter lydische, dann unter persische Herrschaft. Der kühne von Milet ausgegangene Versuch am Schlusse des 6. Jahrhunderts, das Barbarenjoch abzuschütteln, schlug feld, und der ruhmvolle Kampf der Hellenen in der Heimath gegen die persische Uebermacht führte nur auf kurze Zeit zur alten Selbständigkeit. Der für Athen so unglückliche Verlauf des peloponnesischen Krieges, insbesondere die ränkevolle, selbstsüchtig verblendete Politik des siegreichen Sparta besiegelte im Frieden des Antalkidas (387) das Schicksal jener Städte. Sie wurden wieder persisch und kamen unter die Verwaltung eines einheimischen karischen Fürstengeschlechtes, von welchem seit dem Anfange des 4. Jahrhunderts ein begabter Sprofs (Hekatomnus) durch eigene Thatkraft eine selten einflufsreiche Stellung in seiner Satrapie gewann, ohne die Gunst des Hofes von Susa zu verlieren.

Noch höher stieg sein zu gleicher Würde erhobener Sohn Mausolus[1]), inschriftlich Maussollos auf Münzen wie auf Steinurkunden genannt. Seit 377[2]) hat er in vierundzwanzigjähriger Regierung mit rastloser Energie durch eine ebenso kühne wie umsichtige Politik neben grofsem Reichthume auch ein solches Ansehen nach aufsen hin gewonnen, dafs er mehr als einmal der Vermittler zwischen dem Grofskönige und aufrührerischen Griechenstädten gewesen ist und wiederum als Bundesgenosse rebellischer Fürsten von Cypern, Sidon und Aegypten gegen seinen Gebieter erscheint. Eine so eigenthümliche, schwierige und doch erfolgreiche Stellung wird nur verständlich, wenn man das lockere Gefüge des Achämenidenreiches, seine schwerfällige Verwaltung und seine wachsende Schwäche seit dem Aufstande des Kyros sich vergegenwärtigt.

Der folgenreichste Schritt im Leben des Mausolus war das Aufgeben der alten Residenz Mylasa im Binnenlande und die Gründung eines Fürstensitzes am Meere, um mit eigenen Flotten Seeherrschaft auszuüben. Er wählte hierzu das nahe belegene, aber herabgekommene Halikarnafs und bevölkerte es mit Lelegern aus benachbarten Plätzen.[3]) Diesen entscheidenden Entschlufs mufs er sehr bald nach seiner Erhebung zum Satrapen gefafst und in orientalisch-despotischem Sinne in anderthalb Jahrzehnten durchgeführt haben, weil Diodor XV, 90 schon zum Jahre 362 die neue Stadt mit dem Palaste des Herrschers und einer festen Burg als bestehend nennt. Die Neugründung erfolgte in grofsem Mafsstabe und nach einheitlichem Plane, wobei alle Erfahrungen der damals nach neuen Grundsätzen aufgeblühten Stadtbaukunst verwerthet wurden.

Auf diesem umfassendsten und schwierigsten Gebiete der Architektur war seit einem Jahrhundert das reiche Milet durch das Genie seines Sohnes Hippodamos[4]) bahnbrechend vorangegangen. Ihn hatte Perikles um 456 nach Athen berufen, damit er den von Themistokles befestigten Piräus ebenso praktisch wie gesund und schön aufbaue. Das schwierige Werk gelang und fand solche Anerkennung, dafs dem Meister wenige Jahre später (443) die Neugründung von Thurii in Unter-Italien anvertraut wurde. Den höchsten Aufschwung nahm diese Entwicklung noch während des peloponnesischen Krieges dadurch, dafs die Einwohner der obengenannten drei alten dorischen Städte auf Rhodos 408 ihre Plätze verliefsen und eine neue Hauptstadt Rhodos nach Plänen des Hippodamos in theaterförmigem Schema aufbauten.[5]) Sie wurde um 380 vollendet. Der vielgereiste Strabo, welcher neben ihrer Lage und den vielen Denkmälern auch alle Einrichtungen wie Häfen, Strafsen, Mauern usw. rühmt, schliefst mit den Worten, dafs er keine kenne, die ihr gliche, geschweige sie überträfe.

Dieser allgemein bewunderte Vorgang in nächster Nähe ist zweifellos für Mausolus entscheidend gewesen. Aehnliches zu versuchen, wobei es nahe lag, wegen der natürlichen Hafenbildung in Form eines Dreiviertelkreises auch hier das Theaterschema zu Grunde zu legen. Die auf griechischen Quellen beruhende Beschreibung von Vitruv (II, S. 10 ff.) liefert hierfür den besten Beweis, weil sie mit den heutigen örtlichen Verhältnissen übereinstimmt. Nach Erwähnung des nur aus Ziegeln und prokonnesischem Marmor erbauten, aber mit einem ebenso schönen wie dauerhaften Putze überzogenen Königspalastes meldet er, dafs die Stadt, den örtlichen Verhältnissen entsprechend, theaterförmig aufgebaut sei. Unten am Hafen läge das Forum, etwas höher folge eine sehr breite

1) Stark. König Maussollos und das Mausoleum zu Halikarnafs in der Eos I, 345 ff.

2) Diodor XVI, 36 setzt den Tod des M. auf 353, und zwar nach 24jähr. Herrschaft, daher ist die Thronbesteigung 377 erfolgt. Stark a. a. O. wählt 378.

3) Strabo XIII p. 671.

4) K. Fr. Herrmann. Disput. de Hippodamo Milesio ad Aristot. Pol II, 5; im Marburger Progr. 1841.

5) Diodor XIII, 75 u. XIX, 45. Aristides I, 799. Strabo XIV, cap. II § 9 (Didot).

Gürtelstrafse und in ihrer Mitte erhöbe sich das mit so vortrefflichen Kunstwerken geschmückte Mausoleum, dafs es zu den sieben Weltwundern gehöre. Auf der Burghöhe stände der Tempel des Mars mit dem kolossalen akrolithen Standbilde des Gottes von Leochares. An dem rechten Ende der Gürtelstrafse fände man den Tempel der Venus und Merkur neben der Quelle Salmakis, an dem anderen linken Ende das von Mausolus nach seinen Plänen erbaute Königsschlofs mit dem abgeschlossenen, durch Mauern verdeckten Kriegshafen. Obschon in dieser Beschreibung mancherlei fehlt, was sicher vorhanden war, wie das Theater, die Ringmauer mit ihren Thoren usw., so erkennt man doch, dafs die Neugründung in grofsem Stile durchgeführt worden war. Ebenso darf man aus Diodors Nachricht, dafs 362 die Hauptbauten fertig waren, schliefsen, dafs der Bau etwa um 375, d. h. zwei Jahre nach der Thronbesteigung begonnen und, wie aus der Verwendung des Ziegelbaues für den Palast hervorgeht, mit ganz besonderer Eile gefördert worden ist.

Schwieriger zu entscheiden ist die Frage, ob Mausolus mit dem Aufbau der Stadt auch den Bau seines Grabmales betrieben hat. Die Meinungen der Gelehrten sind getheilt, weil die klassische Ueberlieferung den Ruhm, es errichtet zu haben, auf Artemisia, seine Gemahlin und Schwester, übertragen hat. Dieser Ansicht sind Cicero, Strabo, Pomponius Mela, Valerius Maximus und Plinius, ferner Lucian und A. Gellius, während Vitruv, Pausanias und Diodor schweigen.

Mausolus starb in der Blüthe seiner Jahre (353), und die gramerfüllte Artemisia bereitete ihm eine Leichenfeier, welche wegen ihrer Grofsartigkeit allgemeines Aufsehen erregt hat. Unter den berühmtesten Rednern ihrer Zeit veranstaltete sie einen Wettbewerb für die beste öffentliche Gedächtnifsrede auf ihren vergötterten Gemahl. Von den vier Theilnehmern Theodektes, Naukrates, Isokrates und Theopompus errang der letzte den Kranz, aber der erste verherrlichte später den König durch eine Tragödie „Mausolus", welche seit Welcker als das älteste historische Drama in der Geschichte der griechischen Poesie gilt. Noch gröfseren Ruhm erwarb bald darauf die Königin durch einen ebenso kühn erdachten wie rasch und glücklich durchgeführten Handstreich gegen das stark befestigte Rhodos, sodafs die stolze Stadt das von ihr aufgerichtete und, weil den Göttern geweiht, unantastbare Siegeszeichen Jahrhunderte lang bewahren mufste.[6])

Artemisia hat nur zwei Jahre regiert, sie starb 351[7]), und ihr Bruder Hydrieus ward ihr würdiger Nachfolger. Von ihm meldet Isokrates, dafs er einer der mächtigsten Fürsten Westasiens gewesen sei, welcher Rhodos, Kos und Chios beherrscht habe. Aber auch er starb früh (344), und seine Schwestergemahlin Ada wurde 340 durch ihren Bruder Pixodaros entthront und verbannt. Mit diesem Fürsten erlosch die mächtige Dynastie, denn wenige Jahre später eroberte Alexander auf seinem Eroberungszuge das durch den Perser Memnon heldenmüthig vertheidigte Halikarnafs, um es seinem Weltreiche einzuverleiben.[8])

Ist hiernach die Annahme gestattet, dafs spätestens bei Hydrieus Tode (344) das Mausoleum fertig gewesen ist, so mufs man doch Bedenken tragen, der Artemisia den Baubeginn oder gar die Gründung zuzuweisen. In neun Jahren läfst sich ein Bau von solcher Gröfse und Pracht und solchem Reichthum an plastischen Werken nicht ausführen. Dazu kommt, dafs in dem von Mausolus genehmigten Stadtplane der Standplatz des Grabdenkmales bereits vorgesehen war. Endlich wissen wir aus einer noch erhaltenen Inschrift,[9]) dafs Mausolus seinem Vater Hekatomnus in Mylasa göttliche Ehren hat erweisen lassen und dafs er daher dem altorientalischen Gedanken der Apotheose nicht fern gestanden hat. Wenn er aber bei dem Entwurfe zum Stadtplane gewünscht, d. h. als Autokrat befohlen hat, dafs den Mittelpunkt der Stadt kein Tempel, sondern sein hochgestelltes prachtvolles Heroon mit Gruft bilden solle, so wird er auch nicht gezögert haben, so bald als möglich, d. h. nach Vollendung der nothwendigen Befestigungswerke, der Hafenanlagen und seines Palastes, das Denkmal seines Ruhmes anfangen zu lassen.[10]) In dieser Beziehung konnte er sich auf die Praxis der Perserkönige berufen, welche, wie wir wissen, ihre riesigen Grabfaçaden bei Persepolis auch schon bei Lebzeiten ausmeifseln liefsen.

Mit den Steinpyramiden der Pharaonen bei Memphis, mit den riesigen Hügelgräbern der Mermnaden bei Sardes konnte er innerhalb seiner Stadt nicht wetteifern, wohl aber war es möglich, durch Originalität und Kunstgehalt seines Grabmales neben jenen Schöpfungen sich zu behaupten. Zur Verwirklichung eines so stolzen, von hohem Selbstgefühle zeugenden Gedankens bedurfte er eines genialen Architekten, einer Schar der besten griechischen Bildhauer mit geschulten Gehülfen und des edelsten Materiales. Dank seiner Thatkraft, seinem Ansehen und seinem Reichthume hat er seine Absicht vollständig erreicht und damit die Unsterblichkeit gewonnen.

Das Mausoleum ist daher sicher von ihm begonnen worden und mufs bei seinem Tode 353 schon so weit gediehen sein, dafs eine der grofsartigen Leichenfeier würdige Beisetzung erfolgen konnte. Ob er die vier attischen Bildhauer zur Ausführung der plastischen Arbeiten noch bei seinen Lebzeiten berufen hat, oder ob dies erst durch Artemisia geschehen ist, läfst sich nicht sicher entscheiden. Aus der überlieferten Thatsache aber, dafs jeder von den Vieren eine Seite des Grabmales auszuschmücken hatte — sowohl die Reliefs, als auch die Bildsäulen, Thiere usw. — scheint mir hervorzugehen, dafs er der Urheber dieser auffallenden Mafsregel gewesen ist, weil er glaubte — und nicht mit Unrecht — dadurch viel Zeit zu gewinnen. Die damit verbundene künstlerische Einbufse war dem Autokraten gleichgültig. Hierzu stimmt auch die weitere überlieferte Thatsache, dafs jene Künstler bei dem frühen Tode der Artemisia sich bereit erklärt hatten, nur um des Ruhmes halber den Auftrag zum Ende zu führen. Sie hätten auch ihr Wort gehalten, und noch heute dauere, wie Plinius sagt, „der Wettstreit ihrer Hände fort". Hiernach darf man den Anfang des Denkmals unter Mausolus etwa auf 360 und die Vollendung unter Hydrieus auf 345 setzen.

6) Vitruv II, 8, 14 ff.
7) Diodor XVI, 45.
8) Droysen, Gesch. Alexanders des Gr. [3] S. 127 ff.

9) C. J. Gr. II. 2691.
10) Mit Recht hat bereits Stark a. a. O. S. 363 aus dem bevorzugten Standplatze geschlossen, dafs Mausolus und nicht Artemisia als Erbauer zu betrachten sei. Urlichs ist in s. Skopas, Leben und Werke S. 164 der entgegengesetzten Ansicht, ohne Gründe anzugeben.

Die vier Bildhauer sind durch Vitruv und Plinius bekannt. Es waren der damals schon bejahrte Skopas (Schöpfer der Niobiden-Gruppe für Holmoi in Kilikien), der junge Leochares (später in Olympia und Antiochia beschäftigt), der junge Bryaxis (später in Rhodos wirksam) und der wenig bekannte Timotheos, an dessen Stelle Vitruv Praxiteles nennt.

Der Name des Baumeisters steht nicht fest, weil Vitruv [11]) berichtet, dafs zwei Architekten Satyros und Pythios über das Mausoleum geschrieben hätten. Er setzt aber hinzu, dafs sie den nie verlöschenden Ruhm nur gewonnen hätten durch die Betheiligung jener vier oben genannten Bildhauer, von denen, wie Plinius sagt, Skopas an der Ostseite, Leochares an der Westseite, Bryaxis an der Nordseite und Timotheos an der Südseite sich verewigt habe. Derselbe Schriftsteller fährt dann fort: „Noch trat ein fünfter Künstler hinzu, denn die Quadriga auf dem Gipfel machte Pythios.“ [12]) Wie Skopas, der wenige Jahrzehnte vorher (394—84) den neuen Marmortempel der Athena Alea zu Tegea nach seinem Entwurfe gebaut und mit Giebelgruppen geschmückt hatte, war Pythios Architekt und Bildhauer zugleich. Bald nach Vollendung des Mausoleums wurde ihm — um 345 — der Neubau des Athena-Tempels zu Priene übertragen, welchen Alexander der Grofse 334 weihen konnte. [13]) Die zahlreichen mehrfach untersuchten und veröffentlichten Baureste des Athena-Tempels besitzen bei einer gediegenen Technik edle Verhältnisse, zeigen aber keine Spuren eigenartiger Sinnesweise oder gar schöpferischer Originalität. Weil aber das Mausoleum beide Eigenschaften besessen hat, so erscheint es billig, den von Vitruv an erster Stelle genannten Satyros für den Hauptmeister, den Erfinder zu halten. [14]) Von seinen sonstigen Werken wissen wir leider nichts, doch ist vielleicht der gleichnamige Architekt, der unter Ptolemaeus Philadelphus um 270—60 den schwierigen Transport des gröfsten aller Obelisken (80 Ellen = 39,36 m hoch) von Syene nach Alexandria glücklich durchführte und mit der Gründung der Stadt Philotera betraut wurde, sein Enkel gewesen. Zutreffenden Falles würde man der letzten Angabe halber vermuthen dürfen, dafs der Grofsvater Satyros nicht blofs den Entwurf für das Mausoleum, sondern auch den für die Stadtanlage geliefert habe.

Jedenfalls erkennt man, dafs Mausolus bemüht gewesen sein mufs, für seine grofsartigen Bauabsichten sich die besten Kräfte rechtzeitig zu sichern. Mehr als er hoffen durfte, hat der Erfolg sein Streben gekrönt, denn sein Grabmal ist nicht nur von Mit- und Nachwelt viel bewundert worden, sondern hat fast anderthalb Jahrtausende aufrecht gestanden und dabei in der zweiten Hälfte dieses langen Zeitraumes sicher ohne jede Baupflege. Das ist eine Thatsache, welche man bisher zu wenig beachtet hat, aber sie war in einem von starken Erdbeben so häufig heimgesuchten Lande wie Kleinasien das glänzendste Zeugnifs für die rationelle Construction und die sorgfältige Ausführung des Werkes, welches die Geschichte geben konnte. [15]) In der christlichen Zeit gedenken des Prachtbaues im vierten Jahrhundert Gregor von Nazianz, im zehnten Constantinus Porphyrogenitus, im elften Eudoxia und noch im zwölften der Bischof von Thessalonich, Eusthatios, mit dem Zusatz: „Es war und ist ein Wunder.“ [16]) Erst nach dieser Zeit — ungewifs wann? — ist es zum Sturze gekommen und hat neben stehengebliebenen Resten einen riesigen Trümmerhaufen gebildet, der dann als Steinbruch diente. Ueber die zweimalige Benutzung in solchem Sinne sind wir unterrichtet.

Der seit 1310 auf Rhodos sitzende Johanniter-Orden entschlofs sich 1402 bei Tamerlans Anmarsch zur besseren Sicherung seiner Herrschaft auf dem Festlande ein starkes Schlofs zu erbauen und wählte hierzu einen Vorsprung an der Ostseite des Hafens von Halikarnafs. [17]) Der mit der Ausführung betraute deutsche Ritter Heinrich Schlegelholt begann den Bau, und andere Gebietiger haben ihn fortgesetzt. [18]) Der riesige Trümmerhaufe des Mausoleums bot dauernd das beste Material an zugehauenen Quadern und Baugliedern in Hülle und Fülle. So entstand aus dem heidnischen Grabmale eine christliche Ordensburg Budroum gegen den Islam, welche sowohl durch ihre Lage als durch ihre Mauern, Thürme und Wehrgänge einen festen Stützpunkt bildete. Vgl. den Lageplan auf Blatt 2 Abb. 2. [19]) Die Menge der Sculpturreste gab Anlafs, einige Standbilder in Nischen aufzustellen, mit halben Löwen die Courtinen zu decoriren und ganze Reihen von Reliefplatten zur Ausschmückung einzelner Thürme zu benutzen. Die Trümmermasse war aber so grofs, dafs 70 Jahre später Corio Caepin, ein venetianischer Galeeren-Capitän, noch Ruinen gesehen hat. Als dann 1522 wegen des bevorstehenden Angriffes Solimans II. gegen Rhodos das Schlofs verstärkt werden mufste, liefs der Comtur de la Tourette [20]) an der alten Fundstelle nach weiterem Baumateriale suchen. Bei dieser Gelegenheit sei man, so lautet der Bericht, auf die wohlerhaltene, architektonisch reich durchgebildete Grabkammer des Mausolus gestofsen und habe sogar den Marmorsarg des Königs unberührt gefunden. Bevor man ihn habe öffnen können, sei es Nacht geworden, und bei der Rückkehr am frühen Morgen wäre der Sarkophag erbrochen und alles geraubt gewesen, was er enthielt. Seeräuber hätten diesen Raub in der Nacht vollführt; aus den zahlreichen zerstreut umherliegenden Goldblechen habe man ersehen können, dafs der Raub ein lohnender gewesen sein müsse. Der Bericht klingt so übertrieben, ja orientalisch märchenhaft, dafs es besser ist, ihn für Wiederherstellungsversuche unbeachtet zu lassen.

Solimans Angriff hatte Erfolg, Rhodos fiel, aber Budroum, nachdem es türkisch geworden, blieb erhalten. — Jeno Mar-

11) Vitruv VII. praef. 12.

12) Brunn, Gesch. d. griech. Künstler II. 254 hat als den richtigen — vielfach verschriebenen Namen Pythis, Pytheas usw. — Pythios festgestellt.

13) Die erhaltene Weiheinschrift befindet sich jetzt im Brit. Mus. zu London. — C. J. Gr. 2902 and Ionian Antiquities IV. 23.

14) Urlichs a. a. O. S. 168 hat die gleiche Ansicht bereits 1863 ausgesprochen.

15) Nach Tacitus Annal. XIV, 35 behaupteten die Gesandten von Halikarnafs vor Tiberius, dafs ihre Stadt seit 1200 Jahren von Erdbeben verschont geblieben sei. Auch scheint das grofse Erdbeben unter Antoninus Pius, welches Rhodos und andere Städte so furchtbar beschädigte, Halikarnafs nicht berührt zu haben.

16) Comment. ad. Il. Ed. Lips. 1823 p. 1208.

17) Das Schlofs erhielt den Namen St. Pietro — Petroneum und daraus entstand der jetzige Name Budroum.

18) Ste. Croix, Memoire sur la chronologie des dynastes de Carie et sur le tombeau de Mausole p. 564 ff. in Mem. de l'Instit. Cl. hist. II.

19) Abbild. bei Newton II, 1 S. 83.

20) Ste. Croix p. 576—80.

morreliefs — Amazonenkämpfe darstellend — sind es gewesen, welche das Interesse der für die Reste der klassischen Kunst begeisterten gebildeten Kreise Europas wieder nach Halikarnafs gelenkt haben. Seit 1655 von Thévénot erwähnt, seit 1797 abgebildet[21]), 1848 in das British Museum zu London verpflanzt, gaben sie den Anstofs, dafs die Directoren der Antiken-Sammlung in der Hoffnung, wichtige Ergänzungen derselben und noch andere Sculpturen zu finden, die Mittel zu mehrjährigen Ausgrabungen bewilligten, welche Sir Charles Newton 1856—58 unter dem Beistande des Leutnants Smith und des Architekten Pullan durchführte. Sein Werk „A History of Discoveries at Halikarnassus, Cnidus and Branchidae“, 1 Bd. Kupfer und 2 Bde. Text, 1862—63, hat leider den Erwartungen nicht entsprochen, die man als das kunstwissenschaftliche Ergebnifs einer so grofsen und schönen Aufgabe gehegt hatte.[22]) Am wenigsten befriedigen die Abbildungen, die ebenso unkritisch ausgewählt wie willkürlich zusammengestellt sind. Die zum Theil noch erhaltenen antiken Mauern und Thore der Stadt sind nicht analytisch untersucht und besprochen worden, das Gleiche gilt von dem Theater; am meisten zu beklagen ist aber die Thatsache, dafs Pullan die marmornen Architekturbruchstücke, welche, nach den Abbildungen zu urtheilen, massenhaft im Schlosse verbaut sind und sicher vom Mausoleum stammen, nicht vermessen und zusammengestellt hat.[23])

Trotz dieser Lücken und Mängel mufs anerkannt werden, dafs durch die Ausgrabungen grofse Fortschritte in unserer Kenntnifs des Mausoleums gemacht worden sind. Der Standplatz des Denkmals sowie die Mafse der Ausschrotungen im Felsen für seine Fundamente wurden festgestellt. Es gelang ferner die Ermittlung aller Mafse der Stufenpyramide und der sie krönenden Quadriga und die Auffindung der wichtigsten Bauglieder der ionischen Ringhalle des Mittelbaues. An plastischen Resten ergaben sich, aufser grofsen Bruchstücken der Rosse und des Wagens, das Standbild des Mausolus und einer weiblichen Nebenfigur, ferner Theile von drei Friesen ungleicher Höhe, von denen einer Amazonenkämpfe, ein zweiter eine Kentaurenschlacht und der dritte Wagenkämpfe darstellt. Aufserdem fand man die Ueberreste von 20 theils sitzenden, theils stehenden Statuen, darunter den meisterhaft gearbeiteten Torso eines Reiters in persischer Tracht auf hochspringendem Pferde, sowie die theilweis sehr grofsen Bruchstücke von über 20 stehenden Löwen dreifach verschiedenen Mafsstabes, den Torso eines kolossalen Widders, Stücke von Leoparden, Ebern, Pferden und Hunden. Der geschichtlich wichtigste Fund war der einer geschliffenen und polirten Alabaster-Vase mit dem Namen des Xerxes in Hieroglyphen und dreisprachiger Keilschrift — wahrscheinlich ein Geschenk dieses Achämeniden an die durch Herodot berühmt gewordene Artemisia von Karien, welche 480 unter Xerxes Augen bei Salamis so ruhmwürdig gefochten hat.

2. Wiederherstellungsversuch.

Schon im Jahre 1858 hatte ich mich auf Gerhards Veranlassung, welcher mir Newtons für die Parlamentsverhandlungen gedruckten und mit einigen Abbildungen versehenen Bericht mitgetheilt hatte, mit dem Mausoleum beschäftigt und einen Wiederherstellungsversuch in der Archäologischen Gesellschaft vorgelegt und erläutert.[24]) Ich mufste mich aber bald überzeugen, dafs vor der Veröffentlichung der Gesamtergebnisse sich nichts Sicheres gewinnen lasse, und liefs meine Studien ruhen, ohne das Interesse für den Gegenstand zu verlieren.

In den seit dem Erscheinen des Newtonschen Werkes verflossenen 30 Jahren ist die Litteratur über das Mausoleum beträchtlich gewachsen und haben sich die Restaurationen, namentlich von englischer Seite, sehr vermehrt.[25]) Deutschland ist durch einen Versuch vertreten, den Architekt Hallier für Petersen: Mausoleum von H., 1867, gezeichnet hat. Bei der geringen Denkmälerkenntnifs, die der Verfasser offenbart, ist es nicht nöthig, darauf einzugehen. Von den englischen Versuchen ist der des Mr. Pullan bei Newton, Bl. 16 bis 20, vollständig mifsglückt. Ein Denkmal von solcher banausischen Nüchternheit, wie er gezeichnet, hätte nie den Weltruhm erlangt, den das Mausoleum besessen hat. Ungleich höher stehen die Versuche von Fergusson und Oldfield.[26]) Sie ruhen auf ernsten Vorstudien und zeugen von Phantasie und Sachkenntnifs. Indessen sind beide Verfasser viel zu weit gegangen, um den Anspruch erheben zu können, dafs man ihre Schöpfungen als wahrscheinlich gelten lassen soll. Oldfield hat angenommen, dafs der Grundrifs ein griechisches Kreuz gebildet habe — eine Annahme, wofür es unter den vorhandenen Denkmälern an jeder Analogie fehlt. Fergusson hat den Unterbau behufs Lichtgewinnung vollständig geöffnet und mit strebepfeilerartigen Mauermassen für die Bildwerke so dicht besetzt, dafs man an eine moderne Schöpfung erinnert wird. Dabei ist in beiden Versuchen der Grundcharakter des Grabmales — ernste Geschlossenheit — ganz verloren gegangen.[27])

Auszugehen ist von der Ueberlieferung bei Plinius XXXVI, 5, 4: (Mausoleum) „*Patet ab austro et septentrione sexagenos ternos pedes, brevius a frontibus, toto circumitu pedes CCCCXXXX; attollitur in altitudinem viginti quinque cubitis; cingitur columnis triginta sex; pteron vocavere circumitum. Ab oriente caelavit Scopas, a septentrione Bryaxis, a meridie Timotheus, ab occasu Leochares, priusque quam peragerent regina obiit; non tamen recesserunt nisi absoluto jam, id gloriae ipsorum artisque monimentum judicantes; hodieque certant manus. Accessit et quintus artifex; namque supra pteron pyramis altitudine inferiorem aequat viginti quattuor gradibus in metae cacumen se contrahens. In summo est quadriga marmorea quam fecit Pythis (so!); haec adjecta centum quadraginta pedum altitudine totum opus includit.*“

Das erste Mafs (63 F.) ist falsch überliefert und bedarf der Verbesserung; es wird dafür 89 F. zu setzen sein. Alle

21) Ionian Antiquities. II, Bl. 2.

22) Aehnliche Klagen hat schon Fergusson: The Mausoleum of Halikarnassus restored, 1862, S. 7 u. 15 erhoben.

23) Dagegen verdient seine Beschreibung des Schlosses bei Newton II. 2. — Appendix 645—666 Anerkennung.

24) Gerhard, Archäol. Anzeiger 1859 S. 65; auch von Stark a. a. O. S. 397 erwähnt.

25) Mr. Murray hat dankenswerther Weise in der neuen Auflage des *Catalogue of Greek Sculpture* eine Liste der erschienenen Restaurationen vor und nach der Ausgrabung mit knappem Commentar geliefert. Hiernach gehören 17 zu der ersten und 10 zu der zweiten Klasse.

26) The Antiquary LIV. 273—362. Percy Gardener hat in seinen *Sculptured Tombs of Hellas* den Oldfieldschen Versuch zu günstig beurtheilt.

27) Fergussons Annahme, dafs drei Säulen eng gedrängt jede Pteronecke gebildet haben, ist im höchsten Mafse unwahrscheinlich.

anderen Mafse sind richtig, weil durch die Fundthatsachen bestätigt. Die ungleich tief erfolgte Ausschrotung im anstofsenden Felsen (sie schwankt zwischen 1,2 und 4,5 m, ist aber ein Zeichen für technische Erfahrung und Umsicht des Baumeisters) hat eine Länge von Ost nach West von 127 engl. F. und eine Breite von Nord nach Süd von 108 F. Daher beträgt der Umfang 470 engl. F. = 144 m. Aus Plinius' Angabe, die hier wie bei den Mafsen des Artemision zu Ephesus auf das alte Pheidonische Mafssystem (1 gr. F. = 0,328 m) sich stützt, erhält man 440 F. = 144 m, sodafs durch diese schlagende Uebereinstimmung die ältere Lesart von 410 oder 411 gr. F., an welcher Newton und Pullan festgehalten haben, für immer beseitigt wird. Dies gilt auch von der Angabe des Hyginus, der den Umfang mit 1340 F. überliefert, denn Urlichs hat a. a. O. S. 175 schon die Correctur vollzogen und aus MCCCXXXX das richtige CCCCXXXX hergestellt.

Die Messung der Bauglieder des Pteron hat nahezu ein gleich günstiges Ergebnifs geliefert, weil Säulenhöhe = 29 engl. F. und Gebälkhöhe = 8 F. 6 Z., zusammen 11,50 m sind. Freilich sind 25 gr. Ellen = 12,30 m; es mufs aber berücksichtigt werden, dafs die Säulenschäfte nicht genau gemessen werden konnten und die Plinthensteine nicht gefunden wurden. Da der untere Durchmesser 3 F. 9 Z. = 1,14 m ist, so erhält man bei berechtigter Annahme von $8^1/_2$ Durchmesser[28]) zur Säulenhöhe das Mafs von 9,69 m einschliefslich Plinthe. Hierzu die Gebälkhöhe mit 8 F. 6 Z. = 2,58 m gefügt, ergiebt 12,27 m. Daher entsteht bei den 25 cubitus nur ein Mindermafs von 0,03 m, was nicht ins Gewicht fällt. Weil Plinius nun Pyramiden- und Pteronhöhe identisch setzt, so sind auch hier für den Obertheil über dem Pteron 12,30 m nachzuweisen, und zwar genau nach dem Texte ohne die Quadriga, weil der Autor erst bei Einführung der letzteren das auffallend grofse Höhenmafs von 140 F. = 45,92 m angiebt. Weil jede Stufe nebst Abwässerung rund 0,310 m hoch ist, so ergiebt sich bei 24 Stufen das Mafs von 7,44 m, und daher bleibt nach dem Abzuge dieser Höhe von 12,30 m das Mafs von 4,86 m übrig, welches auf zwei kleinere Bauglieder, die Plinius nicht nennt, zu vertheilen ist. Erstlich auf den Gipfel der Pyramide, der wie eine Zielsäule sich zusammenziehen, d. h. verjüngen soll. Dieses Glied kann nichts anderes sein, als das Bathron für die Quadriga.[29]) Zweitens auf den Unterbau der Stufen, für den es an Analogieen ebenfalls nicht fehlt, z. B. das weiterhin zu besprechende Löwengrab von Knidos. Zerlegt man jenes Restmafs so, dafs 2,91 m auf das Bathron und 1,95 m auf den attikaartigen Unterbau kommen, so gewinnt man eine wirkungsvolle und tektonisch richtige Gliederung der Spitze.[30])

Die Höhe der Quadriga, aus den Einzelmafsen der auskömmlich vorhandenen Bruchstücke von den Rossen, dem Wagen und den Standbildern darauf berechnet, beträgt 13 F. $2^1/_2$ Z. = 4,05 m. Demnach erhält man für die Höhe von Pteron, Pyramide und Quadriga $2 \times 12{,}30 + 4{,}05 = 28{,}65$ m. Nach Abzug dieser 28,65 m von der Gesamthöhe 140 F. = 45,92 m ergiebt sich als Höhe des Unterbaues 17,27 m, ein Mafs, welches zu den Abmessungen der beiden oberen Bautheile in einem sehr günstigen Verhältnisse steht und als wahrscheinlich richtig gelten darf.

Wenn das falsche Höhenmafs bei Hyginus von 80 F. verglichen wird mit dem gleichfalls falschen Mafse von 180 F. bei Vibius Sequester, so sieht man, dafs das letztere auf Plinius' Höhenmafs zurückweist und dasselbe bestätigt, weil CLXXX aus CXXXX hervorgegangen ist. Wahrscheinlich hängt des Hyginus Mafs mit dem falschen von Vibius zusammen, kann aber vernachlässigt werden, weil die auffallend grofse Höhe des Mausoleums ohnehin aus Lucian, Pausanias usw. schon hervorgeht.

Ist es hierdurch gelungen, innerhalb kleiner Fehlergrenzen die Höhenmafse als richtig überliefert festzustellen, so ist es nicht minder erfreulich, aus den Funden nachweisen zu können, wie grofs die Grundflächen der Pyramide und des Pteron gewesen sind und wie trefflich sie sich mit dem oben besprochenen Umfangsmafse von 440 F. = 144 m vereinigen lassen.

Zunächst konnte man aus den Mafsen der gefundenen Bruchstücke der Quadriga die Standfläche ihrer Plinthe mit einiger Sicherheit auf etwa 6,15 m Breite und 7,65 m Länge feststellen, wodurch Plinius' Angabe von kürzeren Fronten und längeren Seiten sofort ihre Bestätigung erhielt. Aus der Thatsache, dafs die Oberseiten der zahlreich gefundenen Stufenquadern (darunter mehrere Eckquadern) eine zwiefache Steinmetzentechnik zeigten, nämlich geschliffene und gestockte Arbeit, schlossen Newton und Pullan mit Recht, dafs die geschliffene Fläche frei und offen gelegen habe, die gestockte aber durch die darüberliegende Stufe stets gedeckt gewesen sei. Man gewann dadurch zu der schon bekannten Höhe der Stufen auch das Mafs ihrer Auftritte, welches, weil sie einem Rechteckbau angehörten, verschieden sein mufste; es betrug 0,53 m und 0,43 m. Die gröfsere Tiefe gehörte den Frontstufen an der Ost- und Westseite, die kleinere den Seitenstufen an der Nord- und Südseite. Hieraus ergab sich unter Berücksichtigung der weiteren Thatsache, dafs die oberste Stufenreihe etwas kleinere Auftritte als alle anderen zeigte, schliefslich für die Unterfläche der Pyramide eine nahezu gesicherte Breite von 24,95 m und eine Länge von 31,55 m.

Ferner lieferte die Vermessung der Gebälksteine des Pteron ein genaues Aufsenprofil von der Mitte der Unterfläche des Epistyles ab bis zu den Simen. Dabei fand man auf der Oberfläche der letzteren eine eingerissene Linie in einem Abstande von 0,53 m von vorn, zum Beweise, dafs an dieser Stelle ein weiterer Aufbau begann. Newton schlofs hieraus irrthümlicherweise, dafs hinter dieser Linie die Stufen-

28) Fergusson in den Ionian Antiq. IV, 18 nimmt nur $8^1/_2$ D (Durchmesser) für die Höhe der Säulen; da er aber das Gebälk auf 8 F. 9 Z. bemifst, so kommt nahezu das gleiche Ergebnifs heraus, nämlich Gesamthöhe 12,15 m statt der obigen 12,27 m.

29) Pullan hat diesen wichtigen Punkt übersehen, daher ist durch seinen viel zu hohen Unterbau sowie durch das Fehlen des Bathron, an welches Fergusson pl. II und noch früher Urlichs S. 180 mit Recht gedacht hatten, die unschöne Plumpheit und Nüchternheit in seiner Wiederherstellung entstanden.

30) Das Bathron kann in der Grundfläche verschieden gedacht werden, sowohl rechteckig, als auch elliptisch, mufs aber stets nach oben sich verjüngen, wenn es *Meta* heifsen soll. Meinem Freunde Diels verdanke ich noch die Stellen bei Livius 37, 27, 7, worin *meta* die obeliskenartige Verjüngung des Vorgebirges bedeutet und bei Gellius 1, 20, 3 *metae triangulae quas pyramidas appellant.* Auch ist an die konische *meta sudans* vor dem Colosseum zu erinnern, sowie an die Pyramide neben der Engelsburg, welche Papst Alexander VI. 1499 zerstören liefs. Sie wird in den älteren Berichten *Meta* genannt.

Regenwasser und der dadurch bedingte Steinschnitt, weil der Architekt das übliche Deckungssystem der Tempel ebenso einfach wie rationell abzuändern verstanden hat.

Dagegen befriedigt wenig die kunsttechnische Ausführung der Ringhalle in einzelnen Punkten, insbesondere in der auffallenden Unschönheit des oberen Ablaufes des Schaftes mit seinen Furchen,[38]) in der wirkungslosen Reliefbildung des Balteus an der Seitenansicht der Voluten, sowie in der Ungleichheit der Arbeit an den plastischen Kymatien, den Simen, welche noch keine Rankenzüge tragen, und den Löwenköpfen. Auch hier sind viele Kennzeichen vorhanden, die auf Beschleunigung deuten, und dasselbe gilt auch von den Friesen und vielen der Torsen.

Eine nicht unwichtige Frage bedarf schliefslich der Erörterung: die Frage, ob das Pteron einen Fries gehabt hat oder nicht. Ich bin nicht zweifelhaft und bejahe sie. Einmal, weil Platten von drei Friesen gefunden wurden, die am Denkmale unterzubringen sind. Davon sind zwei von fast gleicher Gröfse, der dritte etwas kleiner. Der letztere hat wahrscheinlich die Cella umgeben, weil er das stärkste Relief besitzt und die geringste Verwitterung zeigt. Er behandelt Wagenrennen in grofsartig kühner Fassung. Von den beiden anderen Friesen wird derjenige mit den schönen — wenn auch ungleich durchgeführten — Amazonenkämpfen zum Pterongebälk gehört haben,[39]) weil sein Relief etwas stärker ist, als das des dritten mit dem Kentaurenkampfe. Für diesen ist als Standplatz der Wandhals des Unterbaues sehr geeignet, d. h. eine Anordnung, wie sie auch am Perikleion zu Xanthus sich nachweisen läfst. Ein zweiter Grund ist der, dafs die Architektur wie die Plastik des Mausoleums unzweifelhaft der Attischen Schule angehören. Eine besondere Eigenthümlichkeit derselben ist aber seit der Mitte des 5. Jahrhunderts die Vorliebe für plastische Friese, um ihre Kunstideen in epischer Breite, zuweilen in gedrängter Fülle, mehrfach stromartig zu entfalten. Nicht nur an ionischen Bauten in Athen, wie an den Tempeln am Ilissos, der Nike Apteros und am Erechtheion, sondern auch, und zwar schon früh, am Parthenon, Theseion und bald darauf in Phigalia. Darüber, dafs dieser Einflufs auch rasch nach Kleinasien gedrungen ist, belehren uns die lykischen Denkmäler, namentlich die von Xanthus, Antiphellus und Gjöl-Baschi. Auch die wenigen aber nicht werthlosen Reste einer Gigantomachie am Athena-Tempel zu Priene dürfen nicht übersehen werden,[40]) weil sie, wie oben erwähnt, von Pythios herrühren, einem der beiden Meister des Mausoleums. Drittens spricht die auffallend tief gelegte aber sicher vorgefundene Structur der Querbalken nebst den Strotheren und Kalymmatien dafür, weil durch ihre Tieflage die beste Ausspreizung und Verklammerung an der Stelle herbeigeführt wird, wo sie statisch besonders wünschenswerth ist. Endlich ist die Thatsache entscheidend, dafs das Plinius'sche Mafs von 25 cubitus für die Pteronhöhe auf Grund der gesicherten Mafse der Säulen und des Gebälkes die Existenz eines Frieses sicher verbürgt.

Das Material für den Kernbau war ein grauer harter krystallinischer Schiefer, der wahrscheinlich in der Nähe bricht,[41]) während die äufsere Bekleidung durchweg aus parischem Marmor hergestellt war. Hyginus' Meldung, dafs dieser Marmor der kostbare Lychnites gewesen sei, ist wahrscheinlich eine irrthümliche Uebertreibung, welche auf die Hauptbildwerke des statuarischen Schmuckes einzuschränken sein wird.

3. Vorbilder.

Die wichtigste Eigenschaft des Mausoleums war seine bedeutende Höhe;[42]) sie allein ermöglichte den Bau zum weitgesehenen Mittelpunkte der Stadt, ja zu einem Seezeichen zu machen wie die Athena Promachos auf der Akropolis. Bisher war ein Denkmalsbau von 140 Fufs weder in Hellas noch in Kleinasien versucht worden. Denn die Firsthöhe des alten Artemision zu Ephesus kann höchstens auf 92 bis 96 F. = 30—31,5 m geschätzt werden. Eine Höhe von 45,92 m bedingt aber den Stockwerkbau; sie entspringt der Forderung im Programm, die erforderlichen Räume nicht mehr in der Ebene neben einander zu ordnen, sondern über einander zu stellen. Bescheidene Anfänge waren in Griechenland vorhanden — die Hyperoa in den Tempeln, und die Gynäkeien in den Wohnhäusern —, aber der Gedanke, diese Richtung gesteigert in monumentalem Sinne aufsen zu verewigen und dadurch mit der durch den Wetteifer kluger Tyrannen und reicher Städte in den Mafsen fortdauernd gesteigerten Tempelbaukunst in Wettbewerb zu treten, war neu und konnte nur in einem Gebiete entstehen, das dem Oriente nahe lag und in welchem der Wille des Herrschers höchstes Gesetz war. Indessen ist ein unmittelbarer orientalischer Einflufs nicht nachweisbar. Vielmehr hat der griechische Kunstgenius unter besonders günstigen Verhältnissen das Neue und Eigenartige geschaffen, was uns im Mausoleum entgegentritt und zwar, wie es auch in anderen Kunstepochen geschehen ist, mit kluger Benutzung wichtiger Vorbilder.

Zwei benachbarte, etwas ältere Denkmäler des 4. Jahrhunderts, welche Mausolus höchst wahrscheinlich gekannt hat, werden anregend und befruchtend auf den von ihm berufenen Architekten gewirkt haben.

Das eine ist das Löwengrab zu Knidos, welches Newton entdeckt und nach Pullans Restauration (Blatt 62 und 63) veröffentlicht hat. Nach Form wie Inhalt eins der wichtigsten Denkmäler griechischer Baukunst. Wie Newton schon hervorgehoben[43]) hängt sein Ursprung mit dem glänzenden Seesiege Konons über die spartanische Flotte bei Knidos 394 zusammen. Es ist ein dreitheiliger Hochbau auf quadratischer Grundlage, innen aus Kalkstein (Travertin) bestehend, aufsen mit pentelischem(?) Marmor bekleidet. Unten die auf drei Stufen erhobene Krepis, darüber das Polyandrion für die Gefallenen, aufsen in dorischer Bauweise mit vier Halbsäulen nebst Triglyphon auf jeder Seite behandelt, innen als kreisförmiges Kuppelgrab mit zwölf niedrigen, aber tiefen Wandnischen ausgestaltet und oben als Abschlufs auf hohen Wänden

38) Sie ist nicht nur an dem aufgestellten Systeme in dem Mausoleumsaale des Brit. Mus. in London zu sehen, sondern auch aus den Photographieen deutlich zu beurtheilen.

39) Vollständig abgebildet in: Denkmäler klass. Kunst Band II.

40) Ionian Antiq. IV. Bl. XIX.

41) Newton spricht mehrfach von Grünsandstein als Kernmaterial. Ich verdanke Mr. Murray ein Handstück von den im British Museum aufbewahrten Steinen, welches sicher harter, grauer, krystallinischer Schiefer ist.

42) Schon von Urlichs a. a. O. S. 188 mit Recht betont.

43) Newton. II, 2. S. 496.

eine zehnstufige Pyramide mit einem kolossalen ruhenden Löwen aus pentelischem Marmor als Grabeswächter. Die Quadratseite beträgt 12,16 m und die Höhe 16,86 m.[44]) Obschon der letzten Vollendung entbehrend, ist doch an ihm nichts zweifelhaft, weder der Zweck, noch die Zeit, noch der Urheber. Es ist ein an der Küste hoch aufgestelltes Grabmal und Siegeszeichen, welches Athen nach 394 errichten liefs und welches trotz seiner Schlichtheit den kriegerischen wie künstlerischen Ruhm dieser Stadt Jahrhunderte lang würdig vertreten hat.[45]) Auf Blatt 4 Abb. 2 ist das gegen Pullans Entwurf im Obertheil etwas abgeänderte Löwengrab in dem gleichen Mafsstabe wie der Querschnitt des Mausoleums abgebildet worden. Das uralte Motiv des Löwen als Wächter hat Konon in jener kurzen glücklichen Zeit, wo er die Mauern und Thore Athens erneuern konnte, zwei Male benutzt, indem er den kolossalen sitzenden Löwen am Piraeus aufstellte, nach welchem dieser klassische Hafen während des Mittelalters Porto Leone hiefs und einen gelagerten Löwen an dem stadtseitig rechts belegenen Thorpfeiler des Dipylon errichten liefs, welcher einst Wasser in ein Trinkbecken spendete und als ein treuer Hüter der Stadtgrenze niemals unter die Erde gekommen ist.[46])

Das zweite Vorbild ist das von Fellows 1838 entdeckte und später in das Britische Museum verpflanzte sogen. Nereïden-Monument in Xanthus (Bl. 4 Abb. 4), welches Perikles, Satrap von Lykien, bald nach der Wiedereroberung der abgefallenen Hafenstadt Telmissus 372 als Grab- und Siegesdenkmal sich errichten liefs. Das kleine Bauwerk, 6,68 m breit, 10,03 m lang und 11,20 m hoch, besteht nur aus zwei Theilen: dem hohen Unterbau, oben und unten von Reliefriesen gesäumt, die nicht mehr Götter- oder Heroensagen, sondern geschichtliche Thatsachen (die Einzelphasen des Krieges) überliefern und dem darüberstehenden ionischen Peripteraltempel von vier zu sieben Säulen mit Tempeldach und plastisch geschmückten Giebeln. Zwischen seinen Säulen hatte der Stifter lebensgrofse, über Meereswellen schwungvoll dahineilende Jungfrauen (daher der Name Nereïden-Denkmal) aufstellen lassen, die vielleicht aus der Schule des Skopas stammen. Dafs dieses kleine aber originelle Werk die Schöpfung eines hochbegabten griechischen Architekten sein mufs, halte ich für sicher, aber ob es auch praktisch benutzt worden ist, scheint mir bei der Kleinheit der Mafse etwas zweifelhaft, wenn auch nicht unmöglich zu sein, weil noch genügender Raum für die Anordnung zweier schmalen Treppen vorhanden ist. Ueberdies behauptet Fergusson, dafs die Thür im Unterbau sicher nachgewiesen werden kann;[47]) trifft dies zu, so darf man schliefsen, dafs unten die Gruft sich befand und darüber das Heroon sich erhob. Auch steht der Charakter des Grabmales fest, weil die Antenhälse gut stilisirte Grabesrosen wie die Pfeilercapitelle des Mausoleums Bl. 5 Abb. 3 besitzen. Jedenfalls kann das Perikleion dem Löwengrabe an die Seite gestellt werden, denn in beiden ist die Richtung auf den Stockwerkbau deutlich ausgeprägt.

Dagegen kann das sehr viel ältere Harpyengrab zu Xanthus zum Vergleiche nicht herangezogen werden, weil es aus einem ganz ungegliederten Quadratpfeiler besteht, der die kleine Grabkammer trug. Die zahlreichen lykischen Grabmäler, welche den Stockwerkbau mit und ohne Reliefs nachahmen, sind sichtlich jüngeren Ursprunges und durch das Perikleion oder Mausoleum beeinflufst. Dafs der Gattungsname solcher Spätlinge πύργος war, geht aus mehreren Inschriften hervor.[48])

4. Ableitungen.

Die Zahl der erhaltenen Denkmäler, welche als mehr oder weniger gewandelte Ableitungen der Grundfunction — Mausoleum — gelten können, ist nicht klein und mufs im Alterthume erstaunlich grofs gewesen sein, weil wir ihre Trümmer in fast allen Provinzen des Römischen Reiches noch antreffen. Ich beschränke mich darauf, zwei derselben wegen ihrer guten Erhaltung auf Bl. 4 Abb. 1 und 3 mitzutheilen.

Das sogenannte Grab des Theron in Akragas (Girgenti) (Abb. 1) ist ein schlankes, thurmartiges Gebäude von Kalkstein auf quadratischer Grundfläche. Die Seite beträgt 5,20 m, und die ursprüngliche Höhe ist annähernd auf 12,85 m zu schätzen. Es ist dreigeschossig: 1. auf hoher Krepis der Unterbau von Quadern, 2. das geschlossene Heroon mit geneigten Seitenwänden und vier ionischen Ecksäulen, zwischen denen blinde Thüren — an ein Janus-Heiligthum erinnernd — angeordnet sind, als Gebälk bezeichnender Weise ein dorisches Triglyphon, 3. als Schlufs eine Pyramide von acht bis neun Stufen und Bathron nebst Standbild.[49])

Das Marmorgrab eines Unbekannten in Mylasa (Karien) (Abb. 3) steht ebenfalls auf quadratischer Grundfläche von 5,60 m Seite und war ursprünglich etwa 12—12,50 m hoch. **Dieses Denkmal ist die wichtigste aller Ableitungen**, weil sie den Typus des untergegangenen Mausoleums wegen der geringen Entfernung von Halikarnafs und Mylasa am deutlichsten überliefert. Im Unterbau, den eine Sitzbank umzieht, befindet sich die wohlerhaltene, durch eine Thür zugängliche Grabkammer, darüber folgt das offene Heroon in korinthischer Bauweise[50]) auf eng gepaarten Pfeilerhalbsäulen[51]) nebst Stufenpyramide, welche höchstwahrscheinlich mit einem Standbilde gekrönt war. Trotz seiner Kleinheit übertrifft es das kolossale Vorbild (vgl. auf Bl. 4 Abb. 3 mit 5) durch die kühne Structur der Heroondecke, welche gleichzeitig den Stufenbau bildet und jeder anderen Unterstützung entbehrt, als die ist, welche die zwölf Aufsenstützen leisten. Für die gediegene Ausführung spricht die vortreffliche Erhaltung nach mehr als 17 Jahrhunderten, denn der werthvolle Bau entstammt, nach seinen Formen beurtheilt der Mitte oder der zweiten Hälfte des 2. Jahrhunderts n. Chr.

---

44) Das schöne Denkmal der Julier bei St. Rémy bei Arles ist etwas gröfser, es hat 17,90 m Höhe.

45) Unbegreiflicherweise hat Newton es unterlassen, die Hauptbauglieder nach London mitzunehmen, daher ist jede Nachprüfung der Pullanschen Restauration, die für die Gliederung des Obertheiles sehr wünschenswerth wäre, ausgeschlossen.

46) Vgl. m. Mitth. in d. Archäol. Ztg. 1874. S 156. Beide Löwen, Trophäen des unseligen Feldzuges von Morosini 1687/88 hüten jetzt den Eingang des Arsenales von Venedig.

47) Ionian Antiquities IV. S. 19. Falkeners Beschreibung im *Mus. of class. Antiq.* I. 256 ff. ist sehr lückenhaft; auch der theilweise erfolgte Wiederaufbau im Brit. Mus. läfst Zweifel bestehen.

48) C. J. 2824—25. 2844.

49) Serra di Falco. III. 23 ff. Die Stufenpyramide und das Standbild sind nicht mehr erhalten.

50) Ionian Antiquities II. Bl. 24 ff.

51) Diese Stützen besitzen ihre älteren Vorbilder in der Attalos-Stoa in Athen, sowie in der Siegeshalle zu Pergamon.

Als ein dritter eng verwandter Bau würde das interessante Pfeilergrab bei Denizli in Pamphylien, welches Falkener entdeckt und schaubildlich veröffentlicht hat,[52]) zu nennen sein, wenn es genauer bekannt wäre. Die weitaus schönste von allen freieren Ableitungen und dabei gut erhalten, stellt das schon erwähnte Denkmal der Julier in St. Rémy bei Arles dar, welches noch dem 1. Jahrhundert v. Chr. angehört und als ein Pflanzling der syrischen Schule der hellenistischen Baukunst anzusehen ist.

Auffallenderweise hat weder Alexander der Grofse noch einer der Diadochen den Versuch gemacht, durch ihre Grabesbauten mit dem Mausoleum zu wetteifern. Von Alexander wissen wir nur, dafs er die Absicht hatte, seinem Vater Philipp eine Pyramide zu erbauen, die der gröfsten in Aegypten gleichkäme. Dagegen schweigt die Ueberlieferung über das Sema im Königsschlosse der Ptolemäer in Alexandria, worin Alexander selbst durch Ptolemäus Lagi beigesetzt worden war; ebensowenig sind wir bisher unterrichtet über die Grabdenkmäler der Seleukiden. Wohlerhalten, aber bisher nur nothdürftig untersucht sind die Grabbauten der Attaliden vor Pergamon. Dieses Herrschergeschlecht ist zu dem uralten Schema des Hügelgrabes auf kreisförmiger Basis zurückgekehrt, dessen Hauptrepräsentant der kolossale Hügel des Alyattes bei Sardes ist, und Skythenfürsten in Südrufsland haben das Gleiche gethan.

Das grofsartige Grabmal auf dem Marsfelde in Rom, welches Augustus für sich und seine Dynastie im Jahre 27 v. Chr. erbauen liefs, zeigte keinen Zusammenhang mit dem Mausoleum, obschon es nach Strabos und Suetons[53]) Angaben den gleichen Namen trug. Seinem Grundgedanken nach war es ein hochragendes baumbestandenes Hügelgrab auf kreisförmiger, mit Nischen besetzter Marmorwand von 88 m Durchmesser. Auf dem Gipfel stand das Erzbild des Kaisers, im Inneren aber, mit der Aufsenmauer unmittelbar verbunden, lag ein Kranz von gewölbten Kuppelräumen für die Aufstellung der Aschenkisten. Ob dem Architekten das Pancion in Alexandria als Vorbild gedient hatte, läfst sich nicht mehr erweisen.

52) Falkener, *Mus. of class. Antiq.* I. S. 174.
53) Sueton. August 100. Vespas. 23.

Der einzige Caesar, welcher von dem Mausoleum sich hat beeinflussen lassen — er kannte es als Autopt — war Hadrian. Sicherlich nach eigenen Plänen bauend, ist er bestrebt gewesen, ein Kolossalwerk zu schaffen, welches in Höhe, Festigkeit, Reichthum an plastischen Werken und Kostbarkeit der Materialien sowohl das Mausoleum des Augustus als auch das Grabmal des Mausolus weit übertreffen sollte. Die Dreitheilung hielt er fest, aber dem quadratischen Unterbau folgte ein nahezu massiver Cylinder mit der Gruftkammer und einer äufseren peripteralen Säulenhalle, und den Abschlufs bildete, wie an dem gegenüberliegenden Mausoleum des Augustus, wieder ein Cypressenhügel mit der Statue des Kaisers. Zwei ältere erhaltene Beschreibungen bestätigen den statuarischen Reichthum in Erz und Marmor, sowie das kostbare Material. Im ganzen mufs es ein imposanter aber schwerfälliger und ideenloser Bau gewesen sein, und dieses Urtheil wird durch andere Schöpfungen dieses Herrschers, welcher sich für einen grofsen Architekten gehalten hat, ohne es zu sein, wie z. B. in Athen, Nismes und Tivoli, bestätigt.

Der wichtigste Einflufs, den das Mausoleum auf die weitere Entwicklung der monumentalen Baukunst geübt hat, ist die Einbürgerung des Stockwerkbaues gewesen. Es bildet daher eine Vorstufe für gewisse Phasen der hellenistischen, später der griechisch-römischen Baukunst. An der Schwelle der ersteren stehen der Scheiterhaufen des Hephästion in Babylon von Deinokrates, dessen Höhe von 200 gr. Fufs bald darauf durch den Pharos von Sostratos und dessen Unterfläche durch das Paneion eines unbekannten Architekten in Alexandria übertroffen wurde. Bescheidener, aber immerhin ansehnlich in den Mafsen, werden der Palast des Agathokles in Syrakus und die Königspaläste der Ptolemäer in Alexandria zu denken sein. Ob mit den thurmartigen Bautheilen in diesen die Villenthürme des jüngeren Plinius in seinen Villen und die in der Hadrians-Villa in einem Zusammenhange stehen, ist vorläufig ungewifs. Das Septizonium zu Rom, La Tour magne in Nismes, die Innenfronten der Skenengebäude von Athen, Orange, Aspendos u. v. a., sowie die mehrgeschossigen Felsgräber in Petra lassen schliefslich die letzten Entwicklungen dieser Richtung in der klassischen Baukunst erkennen.

Der Neubau des Kaiserlichen Gesundheitsamtes in Berlin.

Von J. Hückels.

(Mit Abbildungen auf Blatt 6 bis 11 im Atlas.)

Nachdem durch die Reichsverfassung (Art. 4 Nr. 15) die Mafsregeln der Medicinal- und Veterinärpolizei der Beaufsichtigung und Gesetzgebung des Reiches unterstellt worden waren, ergab sich bald für die Reichsverwaltung das Bedürfnifs, auf diesem Gebiete eine eigene Fachbehörde als Berutherin zu besitzen. Eine zu diesem Zwecke von dem Reichskanzler unter dem 9. April 1872 dem Bundesrathe vorgelegte Denkschrift fand die Billigung des letzteren, und nach längeren Vorverhandlungen, die insbesondere auch den Reichstag veranlafsten, bei der Berathung des Reichsimpfgesetzes sich in gleicher Richtung auszusprechen, wurde im Reichshaushalt für das Jahr 1876 die Errichtung eines Gesundheitsamtes vorgesehen.

Die Aufgaben dieses Amtes sollten sein:

„das Reichskanzleramt (Reichsamt des Innern) sowohl in der Ausübung des ihm verfassungsmäfsig zustehenden Aufsichtsrechts über die Ausführung der in den Kreis der Medicinal- und Veterinärpolizei fallenden Mafsregeln, als auch in der Vorbereitung der weiter auf diesem Gebiete in Aussicht zu nehmenden Gesetzgebung zu unterstützen, zu diesem Zwecke von den hierfür in den einzelnen Bundesstaaten bestehenden Einrichtungen Kenntnifs zu

nehmen, die Wirkungen der im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege ergriffenen Maßsnahmen zu beobachten und in geeigneten Fällen den Staats- und den Gemeindebehörden Auskunft zu ertheilen, die Entwicklung der Medicinalgesetzgebung in außerdeutschen Ländern zu verfolgen, sowie eine genügende medicinische Statistik für Deutschland herzustellen."

Die neue Behörde trat Ende April 1876 ins Leben. Ihre Aufgaben haben sich nach und nach nicht unwesentlich erweitert. Zunächst wurde ein eigenes Laboratorium eingerichtet zur Nachprüfung der anderwärts gewonnenen Ergebnisse vor ihrer Verwerthung für eingreifende Anordnungen, sowie zum Zwecke der Beschaffung der vielfach noch ganz fehlenden wissenschaftlichen Unterlagen für Verwaltungsmaßsnahmen. In neuerer Zeit ist namentlich noch das Gebiet des Pflanzenschutzes hinzugetreten.



Nach Aufn. von H. Rückwardt. Haupteingang.

Das Gesundheitsamt bestand im Jahre 1876 aus einem Director, zwei Mitgliedern, zwei Bureaubeamten, einem Kanzleisecretär und einem Kanzleidiener. Zu Beginn des Jahres 1900 besteht es aus einem Präsidenten (juristisch vorgebildeter Verwaltungsbeamter), 17 ordentlichen Mitgliedern (8 Medicinern, 3 Chemikern, 3 Botanikern, je ein Thierarzt, Zoologe und Jurist), 36 außerordentlichen Mitgliedern (25 Mediciner, theils Professoren, theils Medicinalbeamte oder praktische Aerzte, 4 Thierärzte, 2 Chemiker, 2 Verwaltungsbeamte, je ein Apotheker, Großdroguist und Architekt), 18 besonders ernannten Mitgliedern der mit der Behörde verbundenen ständigen Commission für Bearbeitung des Arzneibuchs, 14 fest angestellten und 12 diätarisch sowie 4 freiwillig beschäftigten technischen Hülfsarbeitern (19 Chemiker einschl. Apothekern, 6 Mediciner einschl. 4 Militärärzten, 3 Botaniker, ein Thierarzt und ein Zoologe), 17 fest angestellten und 10 diätarisch beschäftigten Bureaubeamten, 7 Kanzleibeamten, einem Maschinisten, einem Gärtner, 2 Präparatoren und dem erforderlichen Unterpersonal (Kanzlei- und Laboratoriumsdiener, Heizer, Personal für das Versuchsfeld, Reinigungspersonal u. dgl.). Für die Erledigung der Aufgaben der Behörde auf drei sich besonders abhebenden Gebieten sind drei Abtheilungen gebildet: die naturwissenschaftliche Versuchsabtheilung (I.) mit den chemischen, allgemein hygienischen, bakteriologischen und toxikologisch-pharmakologischen Laboratorien; die medicinische (II.) Abtheilung und die biologische Abtheilung für Land- und Forstwirthschaft (Ib) mit entsprechenden botanischen, zoologischen, agricultur-chemischen und bakteriologischen Laboratorien. An der Spitze einer jeden Abtheilung steht ein Vorsteher, der unter dem Präsidenten der Gesamtbehörde die Geschäfte zu leiten hat. Aehnlich ist das Veterinärreferat (Abtheil. III) gestaltet. Der laufende Haushalt schließt mit 423 815 ℳ ab, darunter 115 600 ℳ für sächliche Ausgaben.

Die Diensträume befanden sich anfangs in einer Miethwohnung und später in einem älteren, für das Amt eingerichteten, allmählich durch Zumiethungen erweiterten Gebäude in der Luisenstraße Nr. 57 in Berlin. Da die Räume nicht ausreichten und auch die Einrichtungen der Laboratorien den gesteigerten Bedürfnissen nicht mehr entsprachen, wurde zu einem Neubau geschritten, welcher in der Klopstockstraße Nr. 19 u. 20 errichtet und im Frühjahre 1897 der Benutzung übergeben worden ist.

Die Anlage besteht, wie Abb. 1 Bl. 7 erkennen läßt, aus einem an der Straße errichteten Verwaltungsgebäude mit einem linken Seitenflügel, von dem ein Verbindungsbau nach dem als Quergebäude errichteten Laboratoriumgebäude

führt. Durch diese Anordnung entsteht ein großer mit Gartenanlagen geschmückter Hof, der allen Haupt- und Nebenräumen reichlichen Luft- und Lichtzutritt gewährt. Auf dem hinteren Theile des Grundstückes sind die Stallgebäude sowie das Kessel- und Maschinenhaus errichtet.

A. Das Verwaltungsgebäude.

Das Verwaltungsgebäude enthält Sockelgeschofs, Erdgeschofs, erstes und zweites Stockwerk sowie im Seitenflügel noch ein drittes Geschofs und hat seinen Eingang (s. die Abb. auf S. 21) in der Hauptachse des Gebäudes, in welcher auch das Haupttreppenhaus liegt. Im Sockelgeschofs befinden sich die Wohnungen für den Hauswart, einen Laboratoriumdiener und den Heizer, der Kesselraum für die Warmwasserheizung des Vordergebäudes nebst Kohlengelafs und die Vorwärmekammern für die Lüftung. Im Erdgeschofs liegen die Räume für die Registratur und für Bureaubeamte, im I. Stockwerk die Kanzlei, die Zimmer der Mitglieder, der Lesesaal nebst Zimmer des Bibliothekars sowie die Bücherei, die auch die darüber befindlichen Räume des zweiten Stockwerks einnimmt. Sie ist nach dem Magazinsystem in fünf Zwischengeschossen mit aufgehängten Eisengestellen und Monierzwischendecken ausgeführt. Im II. Stockwerk befinden sich die Dienstwohnung des Präsidenten (Abb. 1 Bl. 8) nebst Arbeitszimmer und Vorzimmer, das Conferenzzimmer und der Sitzungssaal. Das III. Stockwerk des Seitenflügels endlich enthält Wirthschaftsräume und kleinere Wohnräume für den Director.

Die äufsere Gestaltung des Gebäudes ist einfach gehalten und wirkt namentlich durch seine den gewählten wuchtigen romanischen Formen entsprechende ruhige Vertheilung der Massen. Der Sockel ist in Niedermendiger Basaltlava ausgeführt, die Hauptarchitekturtheile in Tuff, Sandstein und Granit. Der Baukörper ist mit gelben Backsteinen verblendet, die im Verein mit den Tönen des Tuffs und Basalts eine harmonische Farbenwirkung ergeben. Die Hoffronten sind in Backsteinbau mit besseren Verblendern ohne Anwendung von Formsteinen hergestellt.

Wie das Aeufsere, so ist auch das Innern einfach behandelt; dagegen sind die Verhältnisse aller Räume, namentlich der Treppen, Flure und Arbeitsräume grofs bemessen, und es ist dafür gesorgt, dafs in allen Theilen des Gebäudes Platz, Luft und Licht in genügender Menge vorhanden sind. Sämtliche Arbeitsräume sind überwölbt und mit sog. deutschen Fufsböden auf Lagerhölzern (von der Firma Hetzer in Weimar), die Flure mit Linoleumbelag auf Cementestrich versehen. Letztere sind mit Kreuzgewölben überdeckt, die Pfeilervorlagen, Gurt- und Schildbögen aus gelben, die Sockel aus grauen Verblendsteinen hergestellt, die übrigen Flächen geputzt. Die Zimmer des zweiten Stockwerks haben wagerechte Decken mit Stuckgesimsen und Leistentheilungen. Das Treppenhaus, das nach dem Hofe zu apsidenartig vorgebaut ist, enthält eine zweiläufige Treppe von 2,64 m Stufenbreite mit einer in Pfeilern aufgelösten Mittelwange aus Sandstein. Die Stufen sind aus polirtem Kunstmarmor mit Eiseneinlage hergestellt und mit Linoleum belegt. Die Eingangshalle ist mit vier Kreuzgewölben überdeckt, die auf einer Mittelsäule ruhen. Aus dem Capitell heraus ist ein (von Schulz und Holdefleifs in Berlin) aus Aluminiumbronce geschmiedeter Beleuchtungskörper entwickelt, der zweigartig verflochten und mit farbigem Glase verziert ist (Bl. 11 Abb. 2). Eine etwas reichere Ausstattung zeigt der vornehmste Raum des Gebäudes, der Sitzungssaal (Bl. 11 Abb. 1). Er hat eine geschnitzte und bemalte Holzdecke erhalten mit grofser Kehle und geputzten Deckenfeldern, die mit Blattornamenten und Wappenschildern bemalt sind. Eine mit einfachem Ornament gezierte Sockeltäfelung, die farbige Verglasung der Fenster, ein mächtiger broncener Beleuchtungskörper und die wohlabgewogene Bemalung geben dem Raum ein würdiges und vornehmes Aussehen.

B. Das Laboratoriumgebäude.

Vom Verwaltungsgebäude führt ein dreigeschossiger Verbindungsbau nach dem Quergebäude, welches die Laboratorien enthält. Jedes der fünf Stockwerke dieses Gebäudes besitzt einen 3 m breiten Mittelflur, zu dessen beiden Seiten die Zimmer liegen; die Haupttreppe befindet sich in der Mittelachse, eine Nebentreppe am Verbindungsgange.

Das Sockelgeschofs (Abb. 1 Bl. 7) enthält Räume, die allgemeinen wissenschaftlichen Untersuchungen dienen, und zwar für:

a) Untersuchungen mit Elektricität (Raum 26),
b) feuergefährliche Gegenstände (25),
c) eine constante Temperatur von 37° C. (28),
d) Brutschränke (29),
e) Centrifuge und Wasserkraftpresse (30),
f) Gasanalyse (31),
g) Sammlungen (32),
h) das Studium der Pest (21 u. 22),
i) Photometrie (20),
k) gröfsere Motoren und kleinere Maschinen (19),
l) Fahrstuhl (18),
m) den Diener (17); ferner
n) die Luftwärmekammer (16),
o) die Kühlkammern (15) und
p) den Kohlenraum (13).

Im Erdgeschofs (Abb. 2 Bl. 7) befindet sich das bakteriologische Laboratorium. Es enthält:

a) ein Arbeitszimmer für den Vorsteher (59),
b) ein Laboratorium für denselben (60),
c) sieben Laboratorien für Hülfsarbeiter (54 u. 61),
d) ein Waagezimmer (62),
e) einen Raum für Veterinäruntersuchungen (63),
f) einen Mikrophotographirraum mit Dunkelkammer (57),
g) zwei Schreibzimmer (53),
h) ein Dienerzimmer nebst Spülraum (55 u. 56); ferner
i) ein Chemikalienzimmer (52),
k) einen Raum für die Materialienverwaltung (51),
l) ein Zimmer zur Anfertigung von Nährböden (50).

Im I. Stockwerk (Abb. 2 Bl. 8) sind das hygienische und pharmakologische Laboratorium folgendermafsen untergebracht:

a) Arbeitszimmer für den Vorsteher des hygienischen Laboratoriums (19),
b) Laboratorium für denselben (20),
c) fünf Laboratorien für Hülfsarbeiter (21 u. 23),
d) ein Waagezimmer (24),
e) zwei Schreibzimmer (22),

f) Zimmer für physicalische Arbeiten (18),
g) Dienerzimmer nebst Spülraum (15 u. 16),
h) Arbeitszimmer für den Vorsteher des pharmakologischen Laboratoriums (17),
i) vier Laboratorien für pharmakologische und physiologische Arbeiten (13 u. 14).

Im II. Stockwerk (Abb. 1 Bl. 8) befindet sich das chemische Laboratorium. Es enthält:

a) ein Arbeitszimmer für den Vorsteher (9),
b) ein Laboratorium für denselben (9a),
c) ein Arbeitszimmer für ein Mitglied (10a),
d) ein Laboratorium für dasselbe (10),
e) vier Laboratorien für Hülfsarbeiter (6),
f) zwei Laboratorien für Denaturirungsarbeiten (1 u. 2),
g) zwei Schreibzimmer (7),
h) zwei Laboratorien für botanische Arbeiten (12),
i) ein Waagezimmer (11),
k) ein Laboratorium für Elektrolyse und Elementaranalyse (3),
l) ein Dienerzimmer (4),
m) einen Spülraum (5).

Das III. Stockwerk (Abb. 2 Bl. 9) enthält die biologische Abtheilung für Land- und Forstwirthschaft. Daselbst sind:

a) ein Arbeitszimmer für den Vorsteher,
b) ein desgl. für den Botaniker,
c) ein desgl. für den Zoologen,
d) ein desgl. für den Bakteriologen,
e) ein desgl. für den Chemiker,
f) fünf Laboratorien für den Vorsteher, den Botaniker, den Zoologen, den Bakteriologen und den Chemiker,
g) vier Zimmer bezw. Laboratorien für die Hülfsarbeiter der unter f) Genannten,
h) zwei Zimmer für zwei Präparatoren,
i) ein Dienerzimmer.

Im Dachgeschofs sind Räume für photographische Zwecke eingerichtet und als besonderer Dachaufbau ein photographisches Atelier.

Innere Einrichtung.

Alle Räume sind überwölbt und mit einem Filzputz versehen, auf dem ein Anstrich von säurebeständiger Emailfarbe (von Rosenzweig u. Baumann in Cassel) hergestellt ist. Die Fufsböden sämtlicher Experimentirräume sind mit Asphalt belegt in einem derartigen Mischungsverhältnifs, dafs der Belag unbedingt rissefrei bleibt, den Einwirkungen von Säuren widersteht und bei einer Wärmeentwicklung von 30 Grad C. und einer Belastung von 5 kg für das qcm keinerlei Veränderung zeigt. Die Zimmer der Vorsteher sowie die Schreib- und Waagezimmer haben Linoleumbelag erhalten, die Wandflächen der Schreibzimmer sind in Oelwachsfarbe mit einfachen schablonirten Mustern bemalt worden.

Die Forderung, möglichst viele Einzellaboratorien zu schaffen, machte hinsichtlich der Unterbringung der Digestorien die Anwendung besonderer Constructionen nöthig. Da von jedem Digestorium ein besonderes Abdunstrohr über Dach geführt werden mufste, kamen deren mehrere (bis zu neun Stück) neben einander zu liegen (s. Bl. 10 Abb. 3 bis 5). Um diese in den Scheidewänden der Laboratorien unterbringen zu können, sind jedesmal zwei Kappenträger in lichtem Abstand von 35 cm verlegt worden, sodafs die Rohre zwischen ihnen hochgeführt werden konnten. Zwischen dem Fufsbodenträger und dem Deckenträger wurden alsdann ⊥-Eisen aufgestellt und an diese die Rohre mittels consolartiger Schellen befestigt; die zusammenliegenden Rohre wurden dann mit porigen Steinen ummauert. Diese Anordnung ermöglichte schon beim Bau genügend Abdunststränge herzustellen, sodafs spätere Digestorien ohne Schwierigkeit an die dazu vorgesehenen Stränge angeschlossen werden können; aufserdem gestattet diese Anordnung jederzeit ohne Schwierigkeit an die Rohrleitungen heranzukommen.

Die Abdunststränge bestehen aus säurefesten Thonröhren von 200 mm lichtem Durchmesser (von March Söhne in Charlottenburg) mit Doppelmuffen, welche mit Hanf und Theer gedichtet sind. Alle Stränge sind bis zum Dache durchgeführt, wo sie gruppenweise in Mauerkästen zusammengezogen sind. Ueber Dach ist jeder Abdunststrang mit einem Deflector aus säurefestem Thon in der sogenannten „Vierpfeifenform" versehen (Abb. 1 Bl. 10), welche sich bei den angestellten Versuchen hinsichtlich der Saugfähigkeit als am wirksamsten erwiesen hatten.

Einrichtung der Digestorien. Die Digestoriencapellen sind — s. Bl. 10 Abb. 6 bis 10 — auf einem Unterbau, der aus einem eingemauerten ⅂-Eisenrahmen and Monierplatte besteht, in einfachster Weise aus Kiefernholz mit Verglasung aus rheinischem Doppelglase hergestellt. An der Vorderseite ist ein Schiebeflügel angebracht, der durch Gewichte, die über Rollen laufen, in jeder Lage festgehalten wird; die Gewichte sind in den hohlen seitlichen Pfosten der Capelle untergebracht. Die Wandflächen und die Tischplatte sind mit säurefesten weifsglasirten Kacheln ausgelegt. Innerhalb jeder Capelle münden drei Oeffnungen in den Abdunststrang, und zwar eine in Höhe der Tischplatte für die specifisch schweren Gase, eine zweite in Höhe von 40 cm und eine dritte unter dem höchsten Punkt der schräg ansteigenden Dachfläche des Digestoriums. Die Oeffnungen sind mit Porcellanschiebern bezw. Glasplatten versehen, wodurch der Abzug geregelt werden kann. Eine vierte Abzugsöffnung im Rohrstrange befindet sich dicht unterhalb der Zimmerdecke mit eingebauter Lockflamme, um einen schnelleren Abzug der Gase zu ermöglichen. Die Zündung der Flamme erfolgt elektrisch durch einen Morsteinschen Apparat. Bei geöffnetem Schieber ermöglicht diese Anordnung eine kräftige Entlüftung der Zimmer. An der Rückwand jedes Digestoriums sind eine Anzahl Gas-, Wasser- und Dampfauslässe angebracht; die dazu gehörigen Hähne liegen aufserhalb der Capelle an der Vorderseite der Tischplatte; ferner sind in jedem Digestorium zwei Wasserablaufkelche vorgesehen.

Für die Entwässerung der Experimentirräume ist durchweg säurefestes hartgebranntes Thonrohr verwandt worden; diese Leitungen sind nach den Experimentirtischen, Digestorien und den Abfallsträngen hin in Canälen (Fufsbodenrinnen) untergebracht (Abb. 6 u. 10 Bl. 10). Die Canäle sind mit Gefälle angelegt, in Cement verputzt, dreifach mit holländischem Leinen und Mastixanstrichen versehen und mit Schieferplatten in gefalzten Schieferrahmen abgedeckt (W. Neumeister in Berlin). Um Undichtigkeiten der darin befindlichen Rohrleitungen aufzufinden, führt ein Entwässerungsrohr, welches zugleich als Signalrohr dient, vom tiefsten Punkte jedes Canals nach

einem Ausgufsbecken des untersten Geschosses. In dem Fufsbodencanale sind ferner die Wasser- und Gasrohre untergebracht, welche nach den freistehenden Experimentirtischen führen. Aufserdem besitzt jeder Canal ein Entlüftungsrohr, das in einen Mauerschacht mündet, der bis zum Dache hochgeführt ist. Je zwei Räume besitzen einen gemeinsamen Abfallstrang für ihre Entwässerungsleitungen. Jeder Abfallstrang ist zur Entlüftung vorschriftsmäfsig bis über Dach geführt. Im Fufsboden des Sockelgeschosses befindet sich die Sammelleitung ebenfalls aus säurefesten Thonrohren hergestellt. An jeder Anschlufsstelle der Abfallstränge ist ein Geruchverschlufs aus säurefestem Thon angebracht, der leicht zugänglich in einer abgedeckten gemauerten Grube untergebracht ist. Die kurzen Anschlufsleitungen für die Entwässerung der Experimentirtische und Digestorien bestehen aus starkwandigem Bleirohr, die Geruchverschlüsse der Becken und Spültische aus säurefestem Thon, da erfahrungsgemäfs die unteren Theile der Bleigeruchverschlüsse leicht von Säuren und von Quecksilber, das sich am tiefsten Punkte ablagert, stark angegriffen werden. Zum Abziehen fester Bestandtheile dient ein eingeschliffener, mit Bügel befestigter Stöpsel.

Die Gas- und Wasserleitung ist zum gröfsten Theil nach dem Ringleitungssystem angelegt, um einen möglichst gleichmäfsigen Druck zu erhalten. Jedes Stockwerk besitzt eine Ringleitung, und sämtliche Geschosse sind unter sich durch senkrechte Speiseleitungen verbunden, die von der Hauptleitung im Sockelgeschofs ausgehen und je einen Hauptabsperrhahn erhalten haben. Ebenso lassen sich jede Ringleitung oder Theile derselben durch eingeschaltete Hähne von den Speiseleitungen trennen. Das Material für die verwandten Wasserleitungsrohre besteht in der Grundleitung aus starkem asphaltirten Gufseisenrohr, in den Geschossen aus verzinktem schmiedeeisernen Rohr. Da die Rohre in einem bestimmten Abstande von der Wand mit Schellen angebracht sind, können Veränderungen und Ausbesserungen mit Leichtigkeit vorgenommen werden, ohne die Wände usw. zu beschädigen.

Experimentirtische. An den Fenstern der Laboratorien sind durchgängig Klapptische mit Eichenholzplatte und seitlichen drehbaren Consolen angebracht; nur in den Mikroskopirzimmern sind Fenstertische mit festeingemauertem Rahmen hergestellt. Die an den Wänden und freistehend aufgestellten Experimentirtische sind so eingerichtet, dafs das Gerüst der Gas-, Wasserleitungs- und Abflufsleitungen an einem feststehenden Theile befestigt ist, der davorstehende Tisch aber ohne Veränderung der Leitungen fortgenommen werden kann, sodafs sämtliche Rohre stets zugänglich sind; auch hier sind die Hähne an der vorderen Tischkante angebracht (s. Bl. 8 Abb. 5 u. 6).

Die Becken bestehen zum Theil aus emaillirtem Gufseisen, zum Theil aus säurefestem Thonmaterial mit inneren seitlichen Absätzen; für Spülzwecke sind gröfsere Cementbecken von 0,5 bis 2,5 cbm Inhalt mit einem inneren eisernen Moniergerüst hergestellt.

Die Ausführung der gesamten Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlage einschl. der Einrichtung der Digestorien und Experimentirtische ist von der Firma F. Klemm in Berlin bewirkt worden.

C. Thierstall, Kessel- und Maschinenhaus.

Auf dem hinteren Theile des Grundstückes ist ein zweigeschossiges Gebäude für Thierversuche errichtet, welches mit dem Laboratoriumgebäude durch einen überdeckten Gang verbunden ist; dasselbe enthält im unteren Geschofs:

a) einen Stall für gröfsere gesunde Thiere (Rinder, Schweine, Schafe, Hunde usw.),
b) einen Stall für verseuchte gröfsere Thiere,
c) eine Futterküche,
d) zwei Laboratorien für thier-physiologische Versuche;

im oberen Geschofs:

a) einen Stall für kleinere gesunde Thiere,
b) einen Stall für kleinere verseuchte Thiere,
c) einen Secirraum mit Oberlicht,
d) einen Mikroskopirraum,
e) einen Accumulatorenraum.

Das Dachgeschofs dient zur Aufbewahrung des Viehfutters, welches durch einen Aufzug dorthin befördert wird. Die innere Einrichtung entspricht der des Laboratoriumgebäudes. Die Fufsböden der Ställe sind jedoch aus gebügeltem Cementbeton hergestellt und mit Gefälle versehen; die Entwässerungsleitungen führen in einen besonderen mit Absperrschieber versehenen Gully, in welchem die inficirten Stoffe in geeigneter Weise desinficirt werden können, bevor sie in die allgemeine Canalisationsleitung eingeführt werden. Um die Ställe jederzeit gründlich reinigen zu können, haben die Wände auf 2 m Höhe einen besonderen Glättputz von gebügeltem Cement erhalten. Im Seuchenstall für gröfsere Thiere sind einzelne Laufstände (Boxen) mit 2 m hohen Zwischenwänden und verschliefsbaren eisernen Gitterthüren vorgesehen; die Käfige der kleineren Thiere sind an den Wänden auf 15 cm hohem Cementsockel aufgestellt, der am vorderen Theile die vor den Käfigen herlaufende Entwässerungsrinne enthält.

An das Thierstallgebäude ist das Desinfectionshäuschen angebaut, welches die weiter unten beschriebene Einrichtung enthält.

Zur Unterbringung einer gröfseren Anzahl von Thieren zur Erforschung von Thierseuchen dient aufserdem noch ein eingeschossiges Stallgebäude mit Laufständen, neben welchem sich eine mit Oberlicht versehene Secirhalle befindet.

Im Kesselhaus sind zwei Warmwasserkessel zur Beheizung des Laboratoriumgebäudes sowie ein Dampfkessel aufgestellt. Der Schornstein der Kesselanlage ist innerhalb des Laboratoriumgebäudes hochgeführt, wodurch die Zugfähigkeit auf das beste gewährleistet ist. Zur Beseitigung inficirter Abfallstoffe aus den Laboratorien und Thierställen, kleinerer Thierleichen usw. ist im Kesselraum ein Verbrennungsofen aufgestellt worden, dessen Abzuggase in den Schornstein der Kesselanlage eingeführt werden.

Im Maschinenhause befinden sich zwei Kruppsche Gasmotoren von je 30 Pferdestärken zum Antrieb zweier Dynamomaschinen, welche die elektrische Energie für Beleuchtungs- und Versuchszwecke erzeugen. Hier befinden sich ferner die Schalttafel und eine Lindesche Kühlmaschine.

D. Entwässerungsanlage.

Die Entwässerung des gesamten Grundstückes wird durch zwei getrennte Leitungsanlagen bewirkt, von denen die eine

die Abwässer der Wohnungen und Aborte, die andere die Abwässer der Experimentirräume und Ställe fortleitet. Bei ersterer führt die Grundleitung die Stoffe, wie gewöhnlich, unmittelbar durch den sogenannten Hauskasten in den Hauptstrafsencanal, während die andere die Abwässer der Experimentirräume und Ställe zuerst in eine grofse Sammelgrube mit Vorgrube leitet, um eine möglichste Verdünnung etwaiger Säurewässer oder eine Desinficirung der Abwässer zu erzielen. Nach diesen Gruben werden auch zum gröfsten Theile die ausgedehnten Hof- und Gartenflächen entwässert.

Der Anschlufs der Gruben an den Hauptcanal erfolgt durch eine zweite Hauskastenleitung. Die Abortanlagen bestehen aus freistehenden Fayence-Closets mit aufklappbarem Sitz und Spülkästen. Aufserdem enthält jeder Abortvorraum ein oder mehrere Schnabelbecken, einen Waschvorrichtung, eine Fufsbodenentwässerung sowie einen Wasserauslauf zum Reinigen und Abspülen des Fliesenfufsbodens. Die Abfallstränge der Closetleitungen befinden sich in Mauerschlitzen, die durch leicht abnehmbare Eisenblechplatten gegen den Raum geschlossen sind. Die Entwässerungsleitungen der Closets bestehen durchgängig aus gufseisernen Rohren, diejenigen der Experimentirräume aus säurefestem hartgebrannten Thonrohr.

E. Heizungs- und Lüftungsanlage.

Die von der Firma David Grove in Berlin ausgeführten Heizungs- und Lüftungsanlagen zerfallen in folgende Theile:

1. eine Hochdruck-Dampfkesselanlage,
2. eine Warmwasser-Niederdruckheizungsanlage für das Verwaltungsgebäude,
3. eine Lüftungsanlage für das Verwaltungsgebäude,
4. eine Warmwasser-Niederdruckheizungsanlage für das Laboratorium,
5. eine Lüftungsanlage für das Laboratorium,
6. eine Dampf-Warmwasserheizungsanlage für den Thierstall,
7. eine Lüftungsanlage für den Thierstall und
8. eine Regenrohr-Aufthauvorrichtung.

1. Die Hochdruck-Dampfkesselanlage hat den nöthigen Dampf für die Dampf-Warmwasserheizungsanlage des Thierstalles, für die Lüftungsanlage des Thierstalles, für die Lüftungsanlage des Laboratoriums, für die Versuchszwecke im Laboratorium und für die Desinfectionsanlage zu liefern. Hierzu ist ein Zweiflammrohrkessel von 35 qm Heizfläche mit 1,70 m Mantel, 0,60 m Flammrohrdurchmesser und rauchverzehrender Donneley-Feuerung ausgeführt, welcher in dem zwischen Thierstall und Laboratorium eingebauten Kesselraume untergebracht ist (s. Bl. 7 Abb. 1). Eine entsprechend weite Rohrleitung nimmt den Dampf vom Dampfdom des Kessels und leitet ihn nach dem im Kesselraum aufgestellten Ventilstock. An diesem befinden sich die einzelnen Absperrventile, sodafs der Heizer die einzelnen Stränge nach dem Stall, dem Desinfector, den Dampfspeisepumpen und dem Laboratorium vom Kesselraum aus ein- und abstellen kann. Das condensirte Wasser fliefst nach einer im Kesselhause untergebrachten Grube zurück und wird gemischt mit frischem Speisewasser wieder zur Kesselspeisung verwandt. Die Speisung des Kessels erfolgt durch zwei Dampfpumpen, System Worthington.

2. Warmwasser-Niederdruckheizungsanlage für das Verwaltungsgebäude. Zur Wärmeentwicklung sind hier zwei Stück Einflammrohrkessel von 1,20 m Mantel und 0,90 m Feuerrohrdurchmesser mit je 24 qm Heizfläche und Planrostfeuerung gewählt. Jeder Kessel ist mit einem selbstthätig wirkenden Wärmeregler ausgerüstet und durch Absperrschieber ausschaltbar gemacht. Eine Sicherheitsleitung verhindert eine Beschädigung des Kessels durch Anheizen bei geschlossenen Schiebern. Die Rauchgase der beiden Kessel ziehen durch ein gufseisernes Rauchrohr ab. Dieses steht in einem Abluftschacht und wirkt so als Aspirationsheizfläche für die Abluft des Kesselraumes.

Die ganze Wasserheizungsanlage ist in zwei Systeme getheilt, von denen jedes eine besondere Zu- und Rückleitung besitzt, während das eine System die an den grofsen Hof grenzenden Räume, das andere die übrigen Räume umfafst. Die Systeme sind durch Schieber je nach Windanfall usw. regulirbar eingerichtet und können beide zusammen sowohl als auch jedes für sich von jedem Kessel aus betrieben werden. Die Vertheilungsleitung liegt auf dem Dachboden und besteht aus patentgeschweifstem Siederohr mit aufgelötheten Bordscheiben und losen Flanschen bis zu einem Durchmesser von 58,5 mm; Rohre von kleinerem Durchmesser sind mit Rechts- und Linksgewindemuffen und Kupferringen gedichtet. Die Rücklaufleitung, welche ebenfalls, wie zuvor beschrieben, hergestellt ist, liegt im Sockelgeschofs, zum kleineren Theil, wo dieses nicht stört, an der Decke; der gröfsere Theil ist aber in Fufsbodencanälen untergebracht, die durch gufseiserne Platten in schmiedeeisernen Zargen abgedeckt sind. Die senkrechten Stränge liegen, mit Ausnahme der Hauptsteigestränge, in Mauerschlitzen; diese sind durch eingehängte Schlitzbleche nach Patent Grove verkleidet. Die Hauptsteigestränge liegen an dem oben erwähnten Aspirationsschachte frei an der Wand. Die sämtlichen Rohrleitungen sind mit Leroyscher Masse gegen Wärmeverluste geschützt worden. Die ganze Rohrleitung ist überall derartig verlegt und unterstützt, dafs sie sich je nach der Erwärmung bequem ausdehnen kann und ebenso beim Erkalten in die ursprüngliche Lage zurückzukehren vermag. Zum Schutze der Mauern und des Putzes sind alle Mauer- und Deckendurchgänge mit Hülsen aus Zinkblech ausgefüttert, sodafs sich die Rohrleitungen stets unbehindert bewegen können.

Als Heizflächen, welche sämtlich in den Fensternischen der zu beheizenden Räume untergebracht sind, wurden sogenannte freistehende, gufseiserne Radiatoren verwandt. Nur im Sitzungssaal im II. Stock und in der Heizkammer ist Rippenheizfläche angewandt worden. Die Eingangshalle und das grofse Treppenhaus werden von zwei Wasserluftheizkammern mit Umluft in der Weise geheizt, dafs die an den Rippenheizflächen auf etwa 40 Grad C. erwärmte Luft in die genannten Räume tritt, sich auf Raumtemperatur abkühlt und nach der Heizkammer zurückfliefst, um von neuem erwärmt zu werden. Die Regelung der Wärmeabgabe in den Räumen erfolgt durch in die Zuleitung der Heizkörper eingeschaltete sogenannte Conusregulirhähne. Aufser diesen Hähnen sind in die Rückleitung gewöhnliche Absperrventile eingeschaltet, die es ermöglichen, jeden einzelnen Ofen von den Leitungen lösen zu können, ohne die ganze Anlage aufser Betrieb zu setzen. Diese Absperrventile haben auch noch den Zweck der Justirung, indem sie so eingestellt worden, dafs das Heizwasser in allen Heizkörpern der ganzen Anlage gleichmäfsig umläuft. — Die

ganze Anlage ist so bemessen, dafs noch bei einer Aufsentemperatur von — 20 Grad C. in den einzelnen Räumen + 20 Grad C. erreicht werden.

3. **Lüftungsanlage für das Verwaltungsgebäude.** Die frische Luft wird von zwei Seiten des Gebäudes entnommen und durch Oeffnungen, die mit Schiebern verschliefsbar sind, zwei Heizkammern zugeführt; sie tritt, nachdem sie durch Filter (Patent Grove) gereinigt ist, unter die dort aufgestellte Rippenheizfläche und erwärmt sich auf etwa + 15 Grad C. Wasserverdunstungsschalen sorgen für die nöthige Befeuchtung. Die Heizfläche ist an die Warmwasserheizung angeschlossen und so bemessen, dafs stündlich 9000 cbm um 20 Grad C. erwärmt werden können. Diese Luftmenge kann dem Gebäude bis zu — 5 Grad C. Aufsentemperatur zugeführt werden; bei höherer Aufsentemperatur kann sie vermehrt, bei geringerer dagegen mufs sie eingeschränkt werden. Die bewegende Kraft ist der natürliche Auftrieb infolge der Temperaturunterschiede.

Die warme Luft strömt durch je drei senkrechte Canäle aus jeder Heizkammer nach den Flurgängen eines jeden Stockwerkes, wo sie durch gitterverkleidete Oeffnungen austritt. Die Luft gelangt dann durch ⅂-förmige Canäle über den Thüren, welche im Flurgang durch Gitter, in den Räumen durch Jalousieklappen verkleidet sind, in die Räume. Die verbrauchte Luft kann im Winter durch Oeffnungen über dem Fufsboden, im Sommer, oder wenn es im Raum zu warm geworden ist, durch Oeffnungen unter der Decke abziehen. Beide Oeffnungen sind durch Jalousieklappen, Patent Grove, verschliefsbar gemacht. Die senkrechten Abluftcanäle lassen die Luft im Bodenraum ausströmen. Der Dachraum selbst wird durch drei mittels Drosselklappen absperrbare Ventilationsaufsätze, Patent Grove, entlüftet.

4. **Warmwasser-Niederdruckheizungsanlage für das Laboratorium.** Die für das Laboratorium angelegte Warmwasser-Niederdruckheizung ist genau nach den Grundsätzen wie diejenige im Verwaltungsgebäude ausgeführt, und es kann deshalb im grofsen und ganzen auf die unter 2 angeführte Beschreibung verwiesen werden. Die beiden Kessel, welche in Gröfse und Bauart genau denjenigen im Verwaltungsgebäude entsprechen, sind in demselben Raume, in welchem der Dampfkessel aufgestellt ist, untergebracht. Von den beiden Systemen nimmt hier das eine die nach dem Verwaltungsgebäude zu gelegenen Räume, das andere die nach dem Thierstall weisenden Räume auf. Für die Beheizung des Treppenhauses wurden entgegen der Anordnung im Verwaltungsgebäude nur Radiatoren aufgestellt, welche im Treppenhaus selbst untergebracht sind. Aufserdem sind im Sockelgeschofs in dem Raume für elektrische Messungen usw. alle Gegenstände, die zur Heizungs- und Lüftungsanlage gehören, aus Messing oder Kupfer hergestellt, weil diese Metalle keine magnetischen Eigenschaften besitzen. Dementsprechend sind an Stelle der gufseisernen Radiatoren kupferne Rohrspiralen verwandt worden. Die senkrechten Rohrleitungen liegen hier nur in denjenigen Räumen in Mauerschlitzen, wo ein freies Liegen an der Wand nicht zulässig ist, alle übrigen dagegen frei an der Wand. Die wagerechten Rücklauf-Sammelleitungen liegen hier vollständig in Fufsbodencanälen.

5. **Lüftungsanlage für das Laboratorium.** Die Luft wird durch eine vergitterte und verschliefsbare Oeffnung im kleinen Hofe entnommen, durch Groves Patentfilter gereinigt, durch Rippenheizfläche, welche mit Dampf gespeist wird, erwärmt und durch Wasserverdunstungsschalen mit eingelegten Kupferdampfspiralen befeuchtet. Es können stündlich rund 20 000 cbm Luft um 20 Grad C. erwärmt und befeuchtet werden. Die so erwärmte und befeuchtete Luft wird durch einen elektrisch betriebenen Blackman-Ventilator in einen unter der Flurdecke des Sockelgeschosses befindlichen Canal gedrückt, der die nach den einzelnen Stockwerken für jeden Raum besonders aufsteigenden senkrechten Canäle speist. Diese münden in den einzelnen Räumen über Kopfhöhe aus und sind mit Jalousieklappen verkleidet. Die Abluft wird im Winter durch Oeffnungen über Fufsboden, im Sommer durch Oeffnungen unter Decke in senkrechte Canäle abgesogen. Die letzteren werden im Dachgeschofs durch drei wagerechte Sammelcanäle zusammengefafst und in drei Schächten über Dach geführt. Die Abluft wird in zwei senkrechten Schächten durch Dampfschlangen, in einem dritten durch die abziehenden Rauchgase der Kessel erwärmt, wodurch eine wirksame Aspiration erzielt wird. Die über Dach geführten Abluftschächte haben aufserdem Ventilationsaufsätze (Patent Grove) erhalten.

6. **Dampf-Warmwasserheizungsanlage im Thierstall.** Bei dieser Heizungsanlage wird das Heifswasser mittels eines Dampfwarmwasser-Entwicklers von 0,5 m Durchmesser und 1 m Höhe mit Dampfsiederöhren und doppeltem Boden, Isolirung und Blechschutzmantel unmittelbar durch Dampf erwärmt. Die Heizungsanlage, welche hier nur aus einem System besteht, ist im übrigen genau wie im Verwaltungsgebäude und Laboratorium ausgeführt, es wird deshalb auf diese verwiesen.

7. **Lüftungsanlage für das Stallgebäude.** Die frische Luft wird durch einen Einfallschacht im kleinen Hof entnommen, durch einen wagerechten Canal unter die mit Dampf geheizte Rippenrohrheizkammer vermittelst eines elektrisch betriebenen Blackman-Ventilators gedrückt, dort erwärmt und befeuchtet. Durch einen wagerechten Canal unter der Erdgeschofsdecke gelangt die warme Luft unmittelbar in die einzelnen Räume; Abluftcanäle mit Oeffnungen über dem Fufsboden und unter der Decke, die sämtlich mit Jalousieklappen versehen sind, führen die Abluft nach dem Dachboden, wo sie zu drei Gruppen zusammengezogen und in drei mit Ventilationsaufsätzen (Patent Grove) ausgerüsteten senkrechten Schächten ins Freie gelangt.

8. **Regenrohr-Auftbauvorrichtung.** Am Ventilstock sind drei Ventile vorhanden für die Aufthaurohrleitungen nach dem Verwaltungsgebäude, dem Laboratorium und dem Thierstall. Diese führen an den Decken des Sockelgeschosses und des Verbindungsganges nach den einzelnen Gebäuden, fallen dort unter Bodengleiche und münden da in Kupferrohrleitungen, die ihrerseits wieder in Thonröhren verlegt worden sind. Die Kupferrohrleitungen lassen bei Oeffnung des betreffenden Ventiles Dampf in die Regengossen des Gebäudes, während das Condenswasser gleichzeitig nach unten abfliefst. Mittels dieser Einrichtung ist es möglich, alle Regengossen stets frei von Verstopfung zu halten und namentlich zu verhüten, dafs sich bei Thauwetter die aus dem Schnee entstehenden Eismassen in den Regengossen festsetzen können.

F. Elektrische Anlage.

Die von der Elektricitäts-Actiengesellschaft vormals Schuckert u. Co. (Zweigniederlassung Berlin) ausgeführte Anlage ist vollständig nach dem Dreileitersystem durchgeführt, da für später unter Umständen ihr Anschlufs an die Berliner Elektricitätswerka ins Auge gefafst ist. Aus demselben Grunde ist auch die Installation aller Leitungen und Apparate dan Vorschriften der Berliner Elektricitätswerke gemäfs ausgeführt. Installirt sind insgesamt 464 Glühlampen, 200 Anschlufsstellen für solche, zwei Bogenlampen zu 20 Amp. für Projectionszwecke, drei Elektromotoren von je $^1/_3$ bis 4 P.-S. zum Antrieb von Ventilatoren, ein Motor von 4 P.-S. zum Antrieb einer Centrifuge, ein gleichgrofser zum Antrieb verschiedener Arbeitsmaschinen, ein gleicher zum Antrieb eines Personenaufzuges, ein 2pferdiger zum Antrieb eines Actenaufzuges, ein 8pferdiger zum Antrieb eines Compressors und zwei $^1/_{10}$pferdige zum Antrieb kleinerer Centrifugen usw. Zur Erzeugung der erforderlichen elektrischen Energie sind zwei Dynamomaschinen in Verbindung mit einer Zusatzmaschine und einer Accumulatorenbatterie aufgestellt. Erstere werden durch je einen 30pferdigen Präcisionsgasmotor der Firma Friedrich Krupp angetrieben.

Die zur Anwendung gebrachten Dynamomaschinen der Elektricitäts-Actiengesellschaft vormals Schuckert u. Co. gehören zu dem Aufsenpol-Typus, dessen Eigenart darin besteht, dafs das feststehende Magnetsystem in Form eines Rahmens angeordnet ist, an welchem radial nach innen gerichtet die eigentlichen Pole sitzen. Die Magnetpole tragen schmiedeeiserne Polschuhe, zwischen denen sich der Anker bewegt, und in welchem demnach an der äufseren Mantelfläche die magnetischen Kraftlinien eintreten. Der Anker ist als Trommel ausgebildet; sein Kern besteht aus weichem Eisenblech, dessen einzelne Lagen durch Papierscheiben von einander isolirt und durch Bolzen aus Stahl zusammengehalten werden. Die Welle besteht aus Stahl und läuft in Lagern mit Ringschmierung. Die Wicklung besteht aus einer einzigen Lage rechteckiger isolirter Kupferstäbe, in welchen die Induction stattfindet, und aus evolventenförmig gebogenen Blechen, mittels deren je zwei Kupferstäbe, die unter benachbarten Polen liegen, mit einander verbunden sind. Die Bleche sind frei durch die Luft geführt und bilden einen ventilatorähnlichen Körper, durch den beim Betrieb der Maschine die Luft mit grofser Geschwindigkeit hindurchgetrieben wird, und der dadurch eine aufserordentlich wirksame Kühlung hervorbringt. Die Wicklungen sind auf dem Eisenkörper durch Drahtbunde festgeschnürt, welche durch Glimmer von der darunter liegenden Wicklung isolirt sind. Die einzelnen Wicklungen sind mit einem besonderen Stromabgeber in Verbindung gebracht, der aus harter Kupferbronce besteht, und von welchem der Strom mittels Kohlenbürsten entnommen wird, die eine sehr geringe Wartung beanspruchen.

Die Accumulatorenbatterie (von der Accumulatorenfabrik A.-G. Hagen i. W.) besteht aus 122 Elementen mit einer Capacität von 400 Ampèrestunden bei fünfstündiger Entladung mit 80 Ampère. Die positiven Platten dieser Batterie sind nach dem Planté-Vorfahren ausgebildet, bestehen also aus einem reinen Bleikörper der mit zahlreichen feinen Rippen versehen ist, um eine möglichst grofse Oberfläche zu erzielen. Die negativen Platten sind gitterförmig ausgebildet und mit Mennige ausgefüllt. Die zu einem Element gehörigen Platten sind in je ein Glasgefäfs eingebaut, welches mit verdünnter Schwefelsäure angefüllt ist. Um das Herausspritzen der Säure bei der starken Gasentwicklung während des Ladens zu verhindern, sind die einzelnen Gefäfse mit Glasplatten abgedeckt, wodurch nicht unwesentlich an Säure gespart und der sonst auftretende üble Geruch vermieden wird.

Die zum Messen und Reguliren der Maschinen und der Accumulatoren nöthigen Apparate sind auf einer im Maschinenhause angebrachten Schaltwand angeordnet, die Verbindung der einzelnen Aggregate ist aus dem in Abb. 2 Bl. 10 dargestellten Schaltungsschema ersichtlich. Jede der beiden Primärmaschinen arbeitet für gewöhnlich constant mit 220 Volt Spannung. Während der Ladung der Batterie wird durch Hinzufügung einer durch einen Motor angetriebenen Zusatzmaschine die Spannung auf die nothwendige Höhe von maximal 280 Volt gebracht. Die erforderliche niedrigere Spannung für die gleichzeitig während der Ladung brennenden Lampen und in Betrieb befindlichen Motoren wird unmittelbar von der Hauptmaschine entnommen, welche alsdann parallel zu dem Entladeschlitten des Doppelzellenschalters geschaltet wird. Vermöge des zuletzt genannten Doppelzellenschalters können sowohl während der Ladezeit die bereits vollständig geladenen Zellen abgeschaltet werden, als auch die normale Lichtspannung durch Abschalten einer gewissen Anzahl von Elementen hergestellt werden. Denn während der Ladung steigt die Spannung jeder einzelnen Zelle bis auf 2,5 Volt, sodafs also, um die Spannung von 2 × 110 Volt zu erzielen, gegen Ende der Ladung auf jeder Seite nur 44 Elemente einzuschalten sind. Bei der Entladung fällt die Spannung jedes einzelnen Elementes bis auf 1,85 Volt, und dementsprechend müssen wieder mehr Elemente eingeschaltet werden.

Bei ungleicher Belastung beider Hälften des Dreileiternetzes dient einzig und allein die Batterie als Ausgleich. Es ist daher seitens des Maschinisten stets darauf zu achten, dafs die Belastung beider Hälften möglichst gleichartig ist, um einem verschiedenen Entladen der Batterie vorzubeugen. Durch die in die Hauptleitung des Verwaltungsgebäudes und die Hauptleitung des Laboratoriums gelegten Umschalter ist dem Maschinisten die Möglichkeit gegeben, die Hauptleistung auf die eine oder andere Hälfte der Batterie zu legen. Ergeben sich zu grofse Unterschiede, welche sich meistens erst bei der Neuladung kenntlich machen, so ist der Maschinist durch zwei Umschalter in der Lage, jede Hälfte der Batterie vermittelst einer der beiden Primärmaschinen für sich gesondert zu laden. Um Kurzschlufs zu vermeiden, sind diese beiden Umschalter mit einer Arretirvorrichtung versehen, welche verhindert, beide Umschalter gleichzeitig auf den unteren Contact einzuschalten. Bei Inbetriebsetzung des Motors ist es erforderlich, dafs das Schwungrad desselben bis zur erfolgten vollständigen Zündung mehrere Male in Umdrehung versetzt wird. Da dies bei den vorhandenen schweren Gasmotoren durch mehrere Arbeiter erfolgen müfste, so ist die Vorkehrung getroffen, dafs jede der beiden Dynamomaschinen auch als Motor laufen kann und als solcher das Anlaufen der Gaskraftmaschinen nicht unwesentlich erleichtert.

Für Versuchszwecke ist ferner im zweiten Stockwerk des Laboratoriumgebäudes noch eine besondere kleine Batterie aufgestellt, die mit dem Strom der Zusatzmaschine allein

geladen werden kann und für elektrolytische Zwecke dient. Eine gröfsere Dynamomaschine für 300 Ampère und 10 Volt ist für später vorgesehen; die hierfür erforderlichen Apparate sind bereits auf dem Hauptschaltbrett mit angebracht. — Zur Controle des Stromes ist noch ein besonderes Schaltbrett vorgesehen, auf dem ein Zähler sowie ein Registrir-Strom- und Spannungsmesser angebracht sind. Ersterer dient zur Angabe des ganzen zum Verbrauch kommenden Stromes, und es ist hierdurch ermöglicht, die Rentabilität der Anlage durch Vergleichung dieses Zählers mit dem Gasmesser und der Wasseruhr festzustellen. Die Registrirvorrichtung zeichnet entweder die herrschende Spannung als Curve und dient dadurch zur Controle des Maschinisten, ob dieser die Spannung stets gleichmäfsig hält, oder sie kann anderseits auch zur Aufzeichnung der Stromcurve und dadurch gleichzeitig zur Controle des Zählers dienen.

G. Aufzugsanlagen.

1. Elektrischer Warenaufzug mit Personenbeförderung im Laboratorium. Der Aufzug ist in einem gemauerten Fahrschacht angeordnet und dient zur Beförderung von Waren und Personen in Begleitung eines Führers. Die Höchstförderlast beträgt 300 kg, die mittlere Fahrgeschwindigkeit 0,50 m in der Secunde und die Gesamtförderhöhe vom Sockelgeschofs bis zum III. Stock 17,20 m. Die Aufzugwinde, welche im Sockelgeschofs neben dem Fahrschacht angeordnet ist, wird von einem mit dem Schneckenradbetrieb unmittelbar gekuppelten dreipferdigen Motor der Elektricitäts-Actiengesellschaft vormals Schuckert u. Co. (Type A F 3) angetrieben. Auf der Achse des Schneckenrades sitzt die mit Seilrillen versehene Windetrommel, auf welche sich beim Betrieb des Aufzugs die Tragseile auf- bezw. abwinden. Alle Theile der Aufzugwinde sind nebst Motor und Anlafswiderstand auf gemeinschaftlicher Grundplatte montirt. Die Steuerung des Aufzugs erfolgt nur von der Fahrzelle aus mittels endlosen, auf Leitrollen durch den Schacht geführten Steuerseiles, welches durch geeignete Zwischenglieder auf die Anlafsvorrichtung wirkt. Zur Sicherung für die Endstellungen des Fahrkorbs (oben und unten im Schacht) ist die Steuerung noch mit einer genau einstellbaren selbstthätigen Ausrückung versehen, sodafs der Fahrkorb zum Stillstand kommt, wenn er eine der äufsersten Stellungen erreicht hat.

Der Fahrkorb, der an zwei eichenen, am Schachtmauerwerk sorgfältig befestigten Spurlatten geführt ist, besteht aus einem mit Fangvorrichtung versehenen, schmiedeeisernen Gestell, in welches eine kieferne Holzzelle eingebaut ist. Die Wirkungsweise der Fangvorrichtung mit vier Fangkeilen ist derart, dafs bei Eintritt eines Seilbruches oder infolge einseitiger übermäfsiger Dehnung eines der beiden Fahrkorbseile ein unter den oberen Querträgern des Fahrkorbgestelles angebrachtes Hebelsystem verdreht wird, welches die Fangkeile anzieht und dadurch den Fahrkorb an den Spurlatten festklemmt. Aufserdem steht die Fangvorrichtung durch einen besonderen Hebel und ein endloses Drahtseil mit einer Geschwindigkeitsbremse, die oben im Schacht angeordnet ist, in Verbindung und wird durch diese sofort zum Eingriff gebracht, wenn die Niedergangsgeschwindigkeit aus irgend einem Grunde das eingestellte Mofs von 1 m in der Secunde überschreitet. Bei dem Eingriff der Fangvorrichtung wird ferner durch eine auf dem Fahrkorb angebrachte Einrichtung sofort der Betriebsstrom unterbrochen und die elektrische Winde zum Stillstand gebracht.

Zur Ausgleichung des Fahrkorbgewichtes und der halben Nutzlast ist seitlich vom Fahrkorb innerhalb des Schachtes ein gufseisernes Gegengewicht angeordnet, welches in schmiedeeisernen Seitenführungen gleitet und mit zwei Drahtseilen an der Windetrommel befestigt ist, sodafs der Elektromotor stets nur die halbe gröfste Förderlast zu haben hat.

Die einflügligen Schachtverschlufsthüren aus Eisenblech in den einzelnen Stockwerken sind ja mit einem vom Fahrkorb abhängigen Sicherheitsverschlufs versehen, welcher ein Oeffnen der betreffenden Thüre nur zuläfst, wenn der Fahrkorb gerade vor derselben zum Stillstand gelangt ist. Aufserdem ist jede Schachtthüre noch mit einer selbstthätigen Zuwerfevorrichtung versehen, welche verhindert, dafs eine der Thüren offen stehen bleiben kann. Neben den Schachtverschlufsthüren ist in jedem Stockwerk eine Hubanzeigevorrichtung angebracht, die jederzeit den jeweiligen Stand des Fahrkorbes erkennen läfst.

2. Elektrischer Actenaufzug im Verwaltungsgebäude. Der Aufzug ist in einem gemauerten Fahrschacht angeordnet und dient nur zur Beförderung von Acten. Die Höchstförderlast beträgt 75 kg, die Fahrgeschwindigkeit 0,30 m in der Secunde und die Gesamtförderhöhe vom Sockelgeschofs bis zum II. Stock 12,16 m. Die Aufzugwinde ist im Dachgeschofs an einem Holzgerüst über dem Fahrschacht aufgehängt und wird mittels eines Riemens von einem zweipferdigen Motor der Elektricitäts-Actiengesellschaft vormals Schuckert u. Co. (Type A F $1\frac{1}{2}$) angetrieben. Der Betrieb dieses Aufzugs ist also entgegengesetzt demjenigen des unter 1. beschriebenen gröfseren Warenaufzugs mittelbar elektrisch. Der Aufzug kann von jedem Stockwerk aus durch Steuerhebel in und aufser Betrieb gesetzt werden, die mit einem im Schacht befindlichen Steuergestänge in Verbindung stehen. Das Gestänge wirkt durch ein Verbindungsdrahtseil auf die Steuerung an der Winde bezw. auf den Umkehranlafswiderstand des Elektromotors. Für die äufsersten Stellungen des Fahrkorbes sind auf der Steuerstange entsprechende Ausrückfinger angebracht, gegen welche der Fahrkorb anläuft und durch Mitnehmen des Gestänges eine selbstthätige Ausrückung herbeiführt. Der Fahrkorb ist an eichenen, am Schachtmauerwerk befestigten Spurlatten geführt und besteht aus einem schmiedeeisernen, mit Fangvorrichtung versehenen Gestell, in welches der zur Aufnahme des Fördergutes bestimmte Holzkasten eingebaut ist. Die Fangvorrichtung ist ein einfaches Hebelsystem, welches an den oberen Querträgern des Gestelles befestigt ist. Im Falle eines Seilbruches werden mit Hülfe von Zugfedern gegenüberliegende Fangzähne in die Führungsschienen getrieben, wodurch der Korb festgehalten wird. Die zweiflügligen Schachtthüren aus Eisenblech in den einzelnen Stockwerken sind je mit einem vom Fahrkorb und der Steuerstange abhängigen Barrierethürverschlufs versehen, welcher nur dann geöffnet werden kann, wenn der Fahrkorb vor der Thüre hält. Bei hochgeschlagener Barriere ist das Steuergestänge verriegelt, sodafs also bei geöffneter Thür ein Steuern unmöglich ist. Jede Thür ist ferner mit einer zwangläufigen

Hebelverbindung für die Thürflügel versehen derart, dafs beide Flügel nur gemeinsam geöffnet und geschlossen werden können. Eine Hubanzeigevorrichtung in jedem Stockwerk neben den Schachtthüren läfst den jeweiligen Stand des Fahrkorbes im Fahrschacht erkennen.

H. Desinfectionsanlage.
(Bl. 9 Abb. 3 u. 4.)

Der Desinfectionsapparat mit Brausebadeinrichtung ist von der Firma Rietschel u. Henneberg, Berlin, geliefert. Der in rechteckiger Form hergestellte Apparat besitzt einen nutzbaren Desinfectionsraum von annähernd 1,3 cbm und wird mit dem Dampfe der hier vorhandenen Hochdruckkesselanlage betrieben. Zur Vornahme der Desinfectionsarbeiten in getrennten Räumen sind zwei mit Flügelmuttern verschliefsbare Thüren und eine Trennungswand vorgesehen. Diese Anordnung ist insofern von grofser Wichtigkeit, als dadurch und in Verbindung mit dem Brausebad dem Bedienungspersonal die Möglichkeit gegeben ist, sich vor Ansteckung zu schützen. An der im Beschickungsraum befindlichen Apparatseite sind die zum Betrieb erforderlichen Armaturen aus dem Grunde angebracht, damit die vollständige Bedienung während der Desinfectionszeit ausschliefslich von dieser Seite aus erfolgen kann. Erst nach beendetem Desinfectionsverfahren begiebt sich die den Apparat bedienende Person nach vorgenommener gründlicher Reinigung im Brausebad behufs Entleerung des Apparates nach dem Entleerungsraum. Die vollkommen sichere Desinfectionswirkung wird gewährleistet durch die auf wissenschaftlicher Grundlage beruhende Bauart des Apparates. Der Dampf wird oben in die Kammer eingeführt, wirkt mit einem Ueberdruck von $^1/_5$ Atm. entsprechend einer Temperatur von 105 Grad C. und strömt am Boden derselben, an welchem Punkte die Temperatur des Dampfes gemessen wird, durch das Wrasenrohr ins Freie ab. Bei der Verwendung des von der Kesselanlage entnommenen Dampfes mit höherem Druck ist die weitestgehende Rücksicht auf bequeme und gefahrlose Bedienung genommen, und sind nur solche Armaturen gewählt, welche leicht zu übersehen und instand zu halten sind. Für die Sicherheit des Betriebes ist durch Anbringung einer der Firma Rietschel u. Henneberg patentirten Einrichtung Sorge getragen, welche es verhindert, dafs die Dampfspannung im Innern des Apparates über den bereits oben angegebenen Druck steigen kann. Die Einrichtung gestattet, nach beendeter Desinfection einen Strom erwärmter Luft durch die Kammer zu führen und hierdurch die Gegenstände schnell vom Dampf zu befreien und zu trocknen. Diese bei jedem besseren derartigen Apparate angebrachte Lüftungseinrichtung hat sich als höchst zweckmäfsig für einen geordneten Betrieb erwiesen, insbesondere wird auch jede Belästigung des Bedienungspersonales sowie auch eine Durchnässung der Räume durch austretende Dämpfe vermieden.

I. Brutzimmer für constante Temperatur.
(Bl. 8 Abb. 3 u. 4.)

Das von der Firma F. u. M. Lautenschläger ausgerüstete Brutzimmer ist, um es gegen äufsere Temperatureinflüsse möglichst zu schützen, in einen Raum des Sockelgeschosses eingebaut. Die ganze Anlage ist auf einem Balkenlager so aufgebaut, dafs eine fortwährende Bodenlüftung möglich ist. Die Wände des Zimmers bestehen aus einer doppelten Schicht von Korksteinen (*J*), welche aufserdem noch durch eine Luftumlaufschicht (*L*) getrennt sind. Innen- wie Aufsenwände sind mit Holzverschalungen versehen. Die Decke des Zimmers besteht ebenfalls aus einer doppelten Schicht von Korksteinen, in welche durch dazwischenliegende Holzleisten ebenfalls eine Luftschicht eingefügt ist. Die Isolirung des Innenraumes erfolgt durch Vulkanit (*V*), einen aufserordentlich schlechten Wärmeleiter, der auf Holzleisten aufgeschraubt und verkittet ist. Dadurch wird wiederum eine Luftschicht und damit eine bessere Isolirung erzielt. Die Thüren sind mit Filzdichtung versehen und so gearbeitet, dafs bei der Temperatur von 35 bis 40 Grad C. keine Formveränderung stattfinden kann. Die Erwärmung des Raumes erfolgt durch eine Warmwasserheizung, deren Ofen (*W*) durch Gas geheizt wird. Die Wärmeregelung erzielt man durch einen im Innenraum angebrachten Thermoregulator (*T*), der in üblicher Weise mit dem Gasheizofen verbunden ist. Zur Controle der Temperatur dient ein selbstregistrirendes Thermometer (*Th*). Zum Aufstellen der Culturen usw. sind im Innenraum Metallgestelle (*G*) vorgesehen, welche verstellbare Einlageböden besitzen, wodurch Gegenstände von verschiedener Höhe untergebracht werden können.

K. Kühlanlage.

Die Kühlanlage dient zur Erhaltung von je den Erfordernissen entsprechenden Temperaturen (bis — 10 Grad C.) in den drei Kühlabtheilungen, die in einen Raum des Sockelgeschosses eingebaut sind. Hierzu dient eine im Maschinenhaus aufgestellte Lindesche Kühlmaschine Nr. 0, die von einem Elektromotor unter einem Kraftaufwand von etwa 5 bis 6 P.S. durch Riemen angetrieben wird und je nach den Temperaturen in den Kühlabtheilungen stündlich 5500 bis 7500 Kälteeinheiten zu leisten vermag. Die Arbeitsweise dieser Maschine ist derart, dafs in einem „Verdampfer" unter einem Druck von 1 bis $1^1/_2$ Atmosphären flüssiges Ammoniak verdampft; die dazu nöthige Verdampfungswärme wird der umgebenden Luft entnommen, wodurch sich diese abkühlt. Ein Compressor saugt alsdann das gasförmige Ammoniak an, bringt es auf einen Druck von etwa 8 Atmosphären und drückt es hierauf in den Condensator, in dem infolge des weiteren Einflusses von Kühlwasser das gasförmige Ammoniak verflüssigt wird, um alsdann im Verdampfer abermals in gasförmigen Zustand überzugehen und so den Vorgang in genau gleicher Weise zu wiederholen. Der Compressor ist im wesentlichen eine Gaspumpe, die nur um den Wirkungsgrad so günstig wie möglich zu gestalten, aufserordentlich genau gearbeitet sein mufs. Das zur Abdichtung der Stopfbüchse und zur Schmierung der inneren Compressortheile dienende Oel wird in einem neben dem Compressor stehenden Oelabscheider zwischen Compressor und Condensator abgeschieden und wieder aus der Maschine entfernt. Der Condensator besteht aus einer in einem Stück geschweifsten Rohrspirale, die in ein cylindrisches Gefäfs eingesetzt ist, welches von der städtischen Wasserleitung entnommenes oder durch eine besondere Brunnenpumpe gefördertes Kühlwasser durchfliefst. Dieses Kühlwasser, das sich beim Durchflufs des Condensators erwärmt, nimmt bei seinem

Austritt aus diesem die den Kühlräumen entzogene Wärme (sowie das Wärmeäquivalent der im Compressor aufgewandten mechanischen Arbeit) mit sich. Durch ein Regulirventil kann die vom Condensator nach dem Verdampfer strömende Ammoniakmenge genau eingestellt werden. Der Verdampfer besteht ebenfalls aus zwei in einem Stück geschweifsten Rohrspiralen, die in einem an der Decke des Kühlraumes befindlichen Kasten eingebaut sind. An der einen Seite dieses Holzkastens befindet sich ein ebenfalls elektrisch angetriebener Ventilator, welcher vermittelst geeignet geführter Canäle die Luft aus den drei Kühlabtheilungen ansaugt, sie an den Spiralen vorüber und durch einen zweiten Canal wieder in die Kühlabtheilungen hineinbläst. Durch Regulirschieber ist die Möglichkeit vorgesehen, die in den drei Kühlabtheilungen umlaufende Luftmenge und damit auch die Temperaturen in drei Abtheilungen beliebig zu regeln. Während des Hinströmens längs der Verdampferspiralen kühlt sich die Luft nicht nur ab, sondern giebt zugleich auch ihre Feuchtigkeit und etwaige Unreinlichkeiten ab, wird also zugleich gereinigt und getrocknet. Die Feuchtigkeit schlägt sich in Form von Schnee auf die Rohroberflächen nieder und nimmt dabei die Verunreinigungen mit sich; nach dem Stillstellen der Maschine ermöglicht eine einfache Umstellvorrichtung den Uebertritt des im Condensator befindlichen warmen Ammoniaks in den Verdampfer, wodurch ein Abschmelzen des Schneebelages erzielt wird. Das abgeschmolzene, die Unreinlichkeiten enthaltende Wasser wird alsdann abgelassen. Endlich streicht der Luftstrom noch, nachdem er die Spiralen verlassen hat und bevor er in die Kühlräume zurücktritt, längs einer Anzahl Blechkannen (Gefrierzellen) hin, die mit Wasser gefüllt sind, welches sich unter dem Einflufs des kalten Luftstromes in Eis verwandelt. — Erwähnt sei noch, dafs zur Erhaltung der tiefen Temperaturen während der Zeit des Stillstandes der Maschine die Kühlräume mit einer Korksteinisolirung von 250 mm Stärke versehen sind.

Der Entwurf zum Neubau des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ist im Reichsamt des Innern unter der Oberleitung des Geheimen Ober-Regierungsrathes August Busse († 1896) durch den Kaiserlichen Regierungsrath Hückels aufgestellt, dem auch die Ausführung übertragen war. Mit der besonderen Bauleitung waren die Regierungs-Baumeister O. Tietze (für die Gründungsarbeiten) und E. Körner (für die übrigen Arbeiten) betraut, während die architektonische Ausgestaltung von dem Architekten G. Rockstrohen herrührt. Die Ausführung erfolgte in den Jahren 1894 bis 1897 mit einem Kostenaufwande von 1670000 ℳ, von denen 130000 ℳ auf die künstliche Gründung, 32500 ℳ auf die Nebenanlagen und 86000 ℳ auf die innere Einrichtung entfallen. Die Baukosten für 1 cbm umbauten Raumes stellen sich beim Verwaltungsgebäude auf 25,59 ℳ, beim Laboratoriumgebäude auf 31,43 ℳ und beim Thierstall, Kessel- und Maschinenhaus auf 30,02 Mark.

Ueber Baustoffe in Thüringen.

Von Robert Neumann, Post-Baurath a. D.

Wie wichtig es ist, für bestimmte Zwecke des Bauens die passendsten Stoffe auszuwählen, darüber besteht wohl niemals ein Zweifel, aber woher, aus welchen Quellen dieselben in jedem einzelnen Falle am zweckmäfsigsten zu beziehen sind, bleibt häufig ungewifs. Die meisten Baustoffe, die in gröfseren Mengen gebraucht werden, sind schwer und nehmen viel Raum ein; ihr Herbeischaffen nimmt oft einen bedeutenden Theil der Baukosten in Anspruch. Man verwendet daher gewöhnlich das Brauchbare, das in möglichster Nähe zu gewinnen ist. In der Regel handelt es sich für den Massivbau um die der Erde abzugewinnenden Stoffe, und in dieser Beziehung sind die gebirgigen Gegenden fast durchweg bevorzugt, in denen das Innere der Berge festen, ohne allzugrofse Schwierigkeit bearbeitbaren Stein liefert. Fast die gesamten nördlichen, in reicher Cultur stehenden Länder Deutschlands liegen aber in einer Tiefebene, aus der nur Lehm und Sand zu gewinnen ist, an vielen Stellen wohl geeignet, um Ziegel daraus zu brennen, während der Bedarf an Naturstein aus weiter Ferne bezogen werden mufs. In früheren Zeiten boten hierzu nur die Wasserstrafsen geeignete Gelegenheit, die Verwendung von Werksteinen wurde daher auf das zulässige geringste Mafs beschränkt. Das hat sich nun seit Erbauung zahlreicher Eisenbahnen zwar geändert, aber es bleibt immerhin vortheilhaft, zur Minderung der Baukosten die Entfernungen möglichst abzukürzen und nur für besondere Zwecke theureres Material aus weiterer Ferne zu beziehen.

Unsere Steinbaumaterialien werden zum gröfsten Theile in den deutschen Mittelgebirgen gewonnen. Einzelne Fundstellen haben bedeutenden Ruf und damit sehr ausgedehnten Betrieb erlangt, während manche andere fast ganz unbekannt geblieben sind oder nur für die nähere Umgebung Bedeutung gewonnen haben. Aus Unkenntnifs des Vorhandenen läfst man sich vielfach aus weiterer Entfernung kommen, was man ebenso gut und vielleicht besser auch näher haben könnte. Deshalb erscheint es angezeigt, in systematischer Weise die Baustoffe der bedeutsameren Gegenden näher in Betracht zu ziehen und die Ergebnisse zusammen zu stellen. Dies geschieht wohl am zweckmäfsigsten im Anschlufs an die geognostische Beschaffenheit des Landes, und es erscheint dieses Verfahren um so mehr angezeigt, als das Auffinden brauchbarer Baustoffe bisher meistens lediglich dem Zufalle anheim gegeben war. Gewöhnlich ist fast nur bei dem Bau der Eisenbahnen die geognostische Beschaffenheit des zu durchquerenden Landes in Betracht gezogen worden, freilich mehr in Anbetracht der zu beseitigenden Erd- und Gesteinsmassen, als zur Gewinnung von Steinbaumaterial, aber doch auch zum gröfsten Vortheile in letzterer Beziehung. Für die zahllosen Einzelbauten im Lande kommen in der Regel nur die bekannten und bereits im Betriebe befindlichen Fundstellen in Frage.

Im nachstehenden sollen diejenigen Baustoffe, namentlich auch in Bezug auf ihre Fundorte in Betracht gezogen werden, welche das **Thüringer Land** in reichem Maſse darbietet.

Unter dem Namen „Thüringen“ verstand man in alten Zeiten das Land zwischen Sachsen im Norden, Hessen im Westen, Main-Franken im Süden und dem Wendenlande im Osten. Die Ostgrenze wurde durch Verdrängung und Unterwerfung der Wenden allmählich weiter vorgeschoben. In neuerer Zeit zeigt das Thüringer Land keine festen politischen Grenzen. Im allgemeinen nimmt man als dazu gehörig an: den Thüringer Wald und den Frankenwald sowie die weite Hügel- und Thallandschaft zwischen diesen beiden Gebirgen und dem Zuge des Harzes, im Westen etwa bis an die Werra, im Osten bis an das Vogtländische Bergland, die weiſse Elster und die untere Saale reichend.

Der Frankenwald und der östliche Thüringerwald.

Der Frankenwald bildet mit dem Thüringerwalde einen zusammenhängenden Gebirgszug, welcher sich von Südost nach Nordwest erstreckt und an der Ostseite in das Vogtländische Bergland übergeht. Eine feste Abgrenzung, durch die Natur des Landes gegeben, findet zwischen Frankenwald und Thüringerwald nicht statt, der Schichtenaufbau des Gebirges ist in beiden derselbe. Allenfalls kann das Thal des nach Norden flieſsenden Loquitzbaches bei Saalfeld und das der nach Süden flieſsenden Haſslach als Grenze angenommen werden.

Dem geologischen Alter und inneren Bau nach gehören beide Gebirge in ihren Hauptbestandtheilen der paläozoischen Formationsgruppe, dem älteren Uebergangsgebirge an. Es treten darin die Gesteinsablagerungen des **Cambrium**, des Silur und des Devon deutlich zu Tage, bestehend hauptsächlich aus Thonschiefer, Quarziten, Grauwacken und Kalkgesteinen, fast durchweg in dünnen Bänken anstehend, die jedoch selten in wagerechter Lage erscheinen, sondern fast durchweg steil aufgerichtet, vielfach gebrochen, auch übergekippt anstehen. Doch fehlen auch die Zeugen eruptiver Ausbrüche nicht in einzelnen plutonischen Erhebungen von Diabas, Granit und Porphyr im östlichen Theile des Thüringerwaldes, während der westliche Theil ein durchaus anderes Gepräge zeigt, wie dies weiterhin besprochen werden soll.

Die Schichten des Schiefergebirges, aus denen die beiden Gebirgszüge sich zusammensetzen, sind in einer undenkbar langen Urzeit aus einem wohl die ganze Erde bedeckenden Urmeere allmählich abgelagert worden, haben daher ursprünglich wagerechte Lage gehabt. Ihre Unterlage bestand aus krystallinischen Schiefergesteinen, vielleicht der ersten Erstarrungskruste des Erdkörpers bei dessen allmählicher Abkühlung aus feuerflüssigem Zustande. Man nimmt an, daſs infolge ungleichmäſsigen Druckes aus irgend welcher unbekannten Ursache diese Erstarrungskruste stellenweise durchgebrochen sei, sodaſs die aufliegenden Gesteinschichten zerbrechend nachstürzen muſsten, alsdann aber in dem verengten Raume der Höhlungen unter den stehengebliebenen Theilen der Erstarrungskruste durch den ungeheuren Druck der eigenen Last seitwärts geschoben und dadurch in ganz andere, von der ursprünglichen Lagerung völlig abweichende Stellungen gebracht wurden, vielfach gebrochen, verschoben, aufgerichtet, übergestürzt. Dergleichen Erdumwälzungen müssen mehrfach und zu verschiedenen Zeiten stattgefunden haben, die erkennbar gewaltigste, wie es scheint, während der jüngeren Steinkohlenzeit, andere aber jedenfalls bereits viel früher. Die Bruchspalten scheinen sich vorzugsweise in der Richtung Südwest-Nordost gebildet zu haben, während der seitliche Druck rechtwinklig darauf (südost-nordwest) das Gebirge in Falten gelegt hat. An den Bruch- oder Verwerfungsspalten erscheinen darum die zusammengehörigen, durchbrochenen Ablagerungsschichten des Gebirges in ganz verschiedenen Höhen.

Im allgemeinen zeigt das Gebirge des Frankenwaldes und des östlichen Thüringerwaldes das Gepräge eines Hochplateaus von etwas einförmiger Gestalt mit tief eingeschnittenen Querthälern und steilen Thalrändern, die vielfach wohl ursprünglichen Bruchstellen entsprechen. Die vereinzelten plutonischen Ausbrüche haben nicht vermocht, die Gestalt dieses östlichen Theiles des Gebirgszuges wesentlich zu verändern, nur die von den Eruptionen unmittelbar berührten und ihnen nahe gelegenen Gesteinschichten erscheinen durch die Wirkung der Hitze hier und da beeinfluſst zu sein.

Die Gesteine des Schiefergebirges.

Die Gesteine dieser Gebirgsformationen zeichnen sich fast durchweg durch groſse Härte aus. Daher werden die Sandsteine, deren Bindemittel fast durchweg aus Quarz besteht, die Grauwacken (conglomeratische Trümmergesteine, aus quarzigen Schieferstücken und glimmerreichen Sandsteinbrocken bestehend, selbst auch Kalkgesteine) vielfach als Straſsenbeschüttungsmaterial verwendet oder zu Pflastersteinen zurecht geschlagen. Dasselbe geschieht auch mit den Eruptivgesteinen; wo diese in genügender Masse vorhanden sind, werden sie auch, obwohl sie keine ebenen Bruch- und Spaltflächen zeigen, zur Herstellung von Mauerwerk verwendet, so z. B. ein dunkler, blaurother Porphyr auf der Höhe bei Arnbach (zwischen Scheibe und Limbach).

Fast alle Schichtgesteine des Gebirges sind wegen ihrer Lagerhaftigkeit bei dünner Schichtung sehr geeignet zur Herstellung fester Mauern, Uferschälungen, Stützmauern usw. Da jedoch die Querbrüche, die Absonderungsflächen (deren Entstehen man einem seitlichen Druck auf die Lagerflächen zuschreibt) häufig nicht rechtwinklig zur Lagerfläche gerichtet sind, so ist es schwer, der Mauer eine glatte Ansichtsfläche zu geben; es müssen dann die Vorderflächen der sehr harten Steine mühsam mit dem Spitzmeiſsel nachgearbeitet werden. Jedoch sind aus diesem Steine, der vielfach in den Thälern der Loquitz, der Sormitz, der Schwarza und anderwärts aus dem Cambrium gebrochen wird, fast alle alten Mauern, namentlich auch die Burgen des Landes, die zu Rudolstadt, zu Schwarzburg, zu Leutenberg errichtet worden.

Wo der seitliche Druck auf die Lagerflächenrichtung sehr stark gewesen ist, hat sich die **Schieferung** des Steines herausgebildet. Und die schieferige Textur tritt namentlich im Cambrium vielfach so entschieden auf, daſs sich der Stein in ganz dünne Platten spalten läſst, die zu Dachschiefer hergerichtet werden. Dieser Dachschiefer aus dem Cambrium bricht zwar nicht in sehr groſsen Tafeln, ist aber äuſserst wetterbeständig, zeigt meist eine grünlich-graue, ziemlich helle Farbe und wird weit ausgeführt. Gewonnen

wird er an verschiedenen Stellen, so in Ostthüringen bei Berga und Neumühle an der Elster, bei Ober- und Unter-Weisbach im Schwarzathale, bei Gillersdorf und an verschiedenen anderen Orten.

Auch des Griffelschiefers, der meistens in der Silurformation gewonnen wird und die bekannten Schieferstifte liefert, möchte hier Erwähnung zu thun sein.

Kalkstein kommt in den Bänken des Silur und des Devon vielfach als Knotenkalk vor, aus dessen Verwitterungsproduct in Saalfeld der Farbstoff des Ockers hergestellt wird. Von gröſserer Bedeutung ist jedoch im Obersilur das Auftreten des Kalksteins an verschiedenen Stellen in gröſseren geschlossenen Massen, deren Entstehen man Korallenriffen im Urmeere zuschreiben will. Dieser marmorartige, dichte, mehrfarbige, schleif- und polirbare Kalkstein wird in groſsen Massen im östlichen Frankenwalde bei Saalburg gebrochen und als Marmor verarbeitet, auch weit versandt. Auch in der Nähe von Saalfeld, bei Garnsdorf und Döschwitz, ebenso bei Obernitz und Eschersdorf wird solch marmorartiger Kalkstein gebrochen. Vorzugsweise ist er in neuester Zeit zu Brücken und sonstigen Bauwerken der in der Nähe erbauten Eisenbahnen verwandt worden, vielfach auch zu Treppenstufen und Fuſsbodenbelägen. Den Brüchen dürfte jedoch, da sie ein vorzüglich schönes und brauchbares Material liefern, eine bedeutsamere Zukunft in Aussicht stehen.

Nicht unerwähnt darf der Metallgehalt der in Rede stehenden Schiefergebirge bleiben. Da ist zunächst bemerkenswerth, wenn auch nicht für bautechnische Zwecke von Wichtigkeit, der Goldgehalt des Cambriums. In ganz winzigen Blättchen findet sich gediegenes Gold äuſserst sparsam in den Quarzgängen und Quarzadern eingesprengt, welche die untersten Ablagerungsschichten des Cambriums durchsetzen. Diese Goldblättchen haben sich während endloser Zeiten bei der Verwitterung des Quarzes in die Bäche gespült und daselbst erhalten, während die leichteren Sandkörner vom Wasser fortgeführt worden sind. Man hat sie dort aus dem Quarzsande ausgewaschen, früher mit besserem, aber stets nur mit sehr geringem Erfolge. Gegenwärtig ist der Betrieb nicht mehr nennenswerth und fast ganz aufgegeben.

Von sehr viel gröſserer Bedeutung ist dagegen die Gewinnung von Eisenerzen. Auf diese wurde in früheren Zeiten ein sehr lebhafter und erfolgreicher Bergbau betrieben. Die Erze wurden unter Benutzung der in den Wäldern bereiteten Holzkohlen verhüttet und in den von den zahlreichen Waldbächen getriebenen Eisenhütten zu einem vorzüglichen Stabeisen verarbeitet. Seitdem aber die gewaltige Massenproduction des Schmiedeeisens und des Stahls mit Hülfe des Steinkohlenkoks aufgekommen, gingen die kleinen Hütten- und Hammerwerke fast gänzlich ein, und nur eine Anzahl von Orts- und Flurnamen erinnert noch an das ehemalige lebhafte Treiben. Es finden sich Magneteisen im Cambrium bei Schmiedefeld und bei Vesser, Rotheisenstein und Brauneisenstein bei Hämmern, Reichmannsdorf, Hoheneiche, bei Wittmannsgereuth (nahe Saalfeld), bei Steinbach, ebenfalls bei Schmiedefeld und an verschiedenen anderen Orten, alle diese Erze in vorzüglicher Reinheit. In neuester Zeit ist dieser wichtige und lohnende Betrieb jedoch von neuem erwacht, freilich nicht die zerstreute, vereinzelte Verhüttung und Bearbeitung der alten Zeit, sondern in Verbindung mit der Groſsindustrie. Die Eisengruben auf der Höhe des Gebirges sind, seitdem eine Eisenbahn von Probstzella nach Graefenthal und Wallendorf führt, wieder zugänglich gemacht und bedeutend erweitert worden. Gegenwärtig findet ein sehr lebhafter Betrieb statt. Die gewonnenen Erze werden jetzt hauptsächlich in der bereits seit längerer Zeit bestehenden (und auf andere Erzfunde sich früher stützenden) Eisenhütte zu Unterwellenborn bei Saalfeld verhüttet.

Hierbei sei zugleich eines nicht uninteressanten Nebenproductes dieses Hüttenbetriebes Erwähnung gethan. Aus den Hochofenschlacken werden Mauersteine in Form von Ziegeln hergestellt. Die flüssig aus dem Ofen kommende Schlacke wird in Wasser granulirt, mit gelöschtem Kalk (etwa 5 vom Hundert), durchmischt, dann zu Formsteinen gepreſst, die an der Luft getrocknet werden. Nach einer Ablagerungszeit von etwa drei Monaten sind die Steine genügend erhärtet, um in Gebrauch genommen zu werden. Die Erhärtung erklärt sich aus der Bildung von kohlensaurem (und kieselsaurem?) Kalk durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft und wohl auch von Kieselsäure aus den Schlacken. Diese Schlackensteine bilden ein werthvolles Baumaterial dadurch, daſs sie sich auf den rauhen Höhen des Gebirges als völlig wetterbeständig erweisen, während daselbst auch durchaus hartgebrannte Ziegel in der feuchtkalten Luft der Verwitterung unterliegen. Die Schlackensteine werden daher meistens zu freistehenden Schornsteinen und Schornsteinköpfen, Brandgiebeln usw. verwandt. Das Gewicht der Schlackensteine übersteigt das der Ziegelsteine nicht, dasselbe gilt vom Preise. Auch als Ersatz für den in Schiefergebirgsgegenden meistens sehr schwer zu erlangenden Mauersand bietet die zerkleinerte Hochofenschlacke einen sehr willkommenen Ersatz.

Neben dem Cambrium und dem Silur stellt sich als drittes Glied des Schiefergebirges und als die jüngere Ablagerung das Devon dar. Es besteht in der Hauptsache aus denselben oder ganz ähnlichen Gesteinsbildungen wie die beiden älteren Abtheilungen, aus Grauwacken, Quarziten, kieseligen Sandsteinen, Schieferbänken und Kalksteinen. Von Eruptivgesteinen treten die Diabase häufiger auf, ohne den Charakter des Gebirges zu verändern. Die technische Verwendung bleibt ebenfalls ähnlich. Die Kalksteine dienen als Brennkalk, als gewöhnliche Bruchbausteine, wo sie plattenförmig brechen, auch zu Fuſssteigbelägen, die Quarzite, Sandsteine und Grauwacken als Bausteine, die Quarzite und Diabase als Pflastersteine und Straſsenbaumaterial. Dachschiefer wird im Devon seltener gewonnen, er gewinnt jedoch in einer folgenden jüngeren Ablagerung erhöhte Bedeutung.

Die auf die Devonschichten folgende Ablagerung ist die der Steinkohlenformation, dieselbe wird jedoch in Thüringen nur durch ihre untersten flötzleeren Schichten, durch das Kulm vertreten, während die oberen productiven Schichten gänzlich fehlen (denn das Steinkohlengebirge bei Wettin und Löbejün an der Saale wird nicht mehr zu Thüringen gerechnet). Die Steinkohlenproduction bei Ilmenau, bei Stockheim und an einigen anderen Stellen aber liegt nicht in den Schichten der Steinkohlenformation, sondern, wie neuere geologische Forschungen unwiderleglich dargethan haben, in der nächstjüngeren, in der Formation des Rothliegenden, von welcher alsbald die Rede sein soll.

Die Kulmschichten setzen sich ziemlich einförmig aus Schiefern und kalkreichen Grauwacken zusammen. Die unteren Lagen bestehen vorherrschend aus Thonschiefern, in denen wiederum die Schieferung auf das schärfste ausgebildet ist, und darin besteht die hervorragende technisch-wirthschaftliche Bedeutung dieser Gebirgsschicht. Die Thonschieferbänke des Kulm liefern einen ganz vorzüglichen Dachschiefer von dunkler, bläulicher Farbe. Die Schieferbrüche bei Lehesten und Wurzbach werden bereits seit mehreren Jahrhunderten betrieben und sind wohl die bedeutendsten auf dem europäischen Continent. Auch oberhalb Eichicht im Loquitzthale bei Unterloquitz, bei Steinach und Hasenthal befinden sich gute Schieferbrüche des Kulm. Der Schiefer ist sehr rein, glatt und spaltet in ziemlich grofsen Tafeln, die auch zu mancherlei anderen Zwecken als zum Dachdecken, namentlich zu Wandbekleidungen, zu Gesims- und Brüstungsabdeckungen, zu Schiefertafeln usw. Verwendung finden; er zeichnet sich auch durch vorzügliche Wetterbeständigkeit aus und wird weithin versandt. Zur Dachdeckung wird er gewöhnlich für die sogenannte thüringische Eindeckungsweise in länglich-sechseckige Tafeln zugehauen und auf Schalung eingedeckt, eignet sich aber auch für die englische Deckungsweise auf Latten. An manchen Fundstellen geht die dunkelblauschwarze Farbe des Schiefers in völliges Schwarz über, veranlafst durch einen Beisatz von Kohle. Solcher Schiefer ist weniger wetterbeständig, seine Verwendung daher zu vermeiden. Eine Glühprobe läfst den Gehalt an Kohle leicht erkennen. Vielfach wird der dunkle Kulmschiefer mit dem helleren Schiefer aus den Schichten des Cambrium zu mosaikartigen Mustern zusammengestellt und neben der Dachdeckung auch zur Bekleidung der Holz- und Fachwerkwände, namentlich an den Wetterseiten verwandt, ein in den nebelreichen Hochthälern des Gebirges sich als sehr zweckmäfsig erweisendes Verfahren.

Der nordwestliche Thüringerwald.

Verfolgt man den Zug des Thüringerwaldes weiter in nordwestlicher Richtung, so zeigt das Gebirge ein völlig verändertes Gepräge, und zwar ungefähr von einer Linie an, die man von Amt Gehren ausgehend in südwestlicher Richtung zieht. Das einförmigere Hochplateau mit den tief eingeschnittenen Thälern geht in ein bewegtes Kuppengebirge über, und aus der Erdumhüllung treten ganz andere Gesteinsbildungen zu Tage. Das vorherrschende Gestein ist nicht mehr der geschichtete Thonschiefer mit Kalkeinlagerungen, sondern ein gänzlich abweichend gebildetes Gestein, hauptsächlich bestehend aus Conglomeraten verschiedener Gesteinsarten, nach seiner fast durchgehend braunröthlichen Färbung das Rothliegende genannt. Die Bestandtheile desselben kennzeichnen sich deutlich als Trümmer älterer Gesteine, derselben, welche den östlichen Theil des Thüringerwaldes und den Frankenwald bilden. Und viele Merkmale der Ablagerung zeigen grofse Aehnlichkeit mit den Anschwemmungen, welche in der Gegenwart von den Hochwässern und Ueberfluthungen der Flüsse gebildet werden. Aus vielfachen Anzeichen geht hervor, dafs die Ablagerungen des Rothliegenden Zerstörungsproducte der atmosphärischen Wirkungen einer lange andauernden Festlandsperiode sind, der Verwitterung und der Abspülung, wie Aehnliches auch in der Gegenwart sich vollzieht, wodurch aber im Laufe einer sehr langen Zeit die älteren Gesteinsmassen völlig zerstört oder von den neu gebildeten Trümmergesteinen überlagert worden sind. Auf die Festlandsbildung weisen auch die Steinkohlenlager hin, welche sich im Unter-Rothliegenden bei Stockheim, nahe bei Ilmenau und, minder mächtig, an mehreren anderen Stellen finden.

Auf die Gestaltung des Gebirges und auf die Zusammensetzung seiner Gesteine haben aber noch andere mächtige Einflüsse eingewirkt, in erster Linie eine ausgedehnte mesovulkanische Eruptionsthätigkeit.

Zur Zeit derselben Festlandsperiode, in welcher die Zerstörung der alten Gebirge erfolgte, haben an verschiedenen Stellen gewaltige Ausbrüche von Porphyrmassen aus dem Erdinnern stattgefunden; sie sind gegenwärtig entweder von den späteren Erosionsproducten der atmosphärischen Einflüsse überdeckt und stellen sich als Lager dar, oder sie haben sich in flüssigem Zustande über die angeschwemmten Massen der Trümmergesteine ergossen und als Decken verbreitet, wobei die von der Berührung des glühenden Gesteins getroffenen, unterliegenden Massen in ihrer Substanz Veränderungen erlitten haben. Von den durch lange Zeiträume fortdauernden Erosionswirkungen und Abspülungen sind dann auch die vulcanischen Auswurfmassen in Mitleidenschaft gezogen worden, sind der Verwitterung und Abspülung zum Theil ebenfalls erlegen. Daher enthalten namentlich die jüngeren Ablagerungen des Rothliegenden in ihren Conglomeraten überwiegend Bruchstücke von Porphyr. Hierzu treten endlich noch die vielen Porphyr-Tuffbildungen, wahrscheinlich ebenso entstanden wie die jüngeren basaltischen und trachytischen Tuffe, nämlich aus den Producten vulcanischer Aschenregen, welche dann durch spätere Einflüsse verfestigt worden sind.

Damit ist aber das Bild des Gesteinsaufbaues des nordwestlichen Thüringerwaldes noch nicht vollständig gezeichnet. Lange vor Eintritt der atmosphärischen Erosionen und der vulcanischen Bewegungen müssen Bewegungen im Innern der Erde zu Senkungen und Verschiebungen der Gebirgsmassen Veranlassung gegeben haben; denn in bedeutender Ausdehnung und Höhe treten hier Gesteine der ältesten Ablagerungen und vielleicht der ursprünglichen ersten Erstarrungskruste des Erdkörpers zu Tage. Es ist auch anzunehmen, dafs an diesen Stellen die aufgelagerten Niederschlagsgesteine im Laufe der Zeiten durch die Erosionsvorgänge völlig abgeschwemmt worden sind. So stehen Glimmerschiefer und Gneis bei Ruhla, Thal, Brotterode, Kleinschmalkalden zu Tage. Diese Urgesteine werden aber an vielen Stellen wieder von den ältesten Eruptivgesteinen, vorzugsweise von Granit, aber auch von Diabas durchbrochen. Der Granit zeigt sich zu gewaltigen Felsmassen aufgehäuft; so der Gerberstein und seine Umgebung zwischen Ruhla und Steinbach, ferner die Felsen im Trusenthale zwischen Trusen und Brotterode und in langem, nordsüdlichem Zuge östlich vom grofsen Inselsberge über Kleinschmalkalden nach Seligenthal hin. Ebenso tritt der Granit hervor als Ausfüllung der Thalsenke zwischen Mehlis, Zella St. Blasii und Suhl, sowie zwischen Schmiedefeld und Stützerbach. Von ganz besonderem Interesse sind dabei aber die zahlreichen Gangspalten, in denen Syenit-Porphyrgänge aufquellend wiederum den Granit durchbrochen haben und, in starren Graten der Verwitterung

stärkeren Widerstand leistend, die Granit- und Gneisfelsen überragen. Dem Trusenthale wird durch die grofse Zahl dieser in kurzen Zwischenräumen aufeinander folgenden Eruptivgänge auch landschaftlich ein besonderer Reiz verliehen.

Die Porphyre erlangen ihre weiteste Ausbreitung auf der Nordostseite des Thüringerwaldes, etwa zwischen Georgenthal und der Schmücke. Weiter nach Nordwest erscheinen sie mehr vereinzelt, so am grofsen Inselsberg, nach Schmalkalden hin, zwischen Brotterode und Ruhla. Das Rothliegende herrscht vor, in einem breiten Zuge den Gebirgszug durchsetzend, nordsüdlich sich von Friedrichsroda über Tambach nach Steinbach-Hallenberg hin erstreckend, und in einem zweiten Zuge als Oberrothliegendes am nordwestlichen Ausgange des Waldgebirges südlich von Eisenach in der Richtung auf Möhra sich hinziehend.

So bietet dieser Theil des Thüringer Waldgebirges ein höchst wechselvolles Bild in geognostischer wie in landschaftlicher Beziehung. Auf Einzelheiten näher einzugehen, liegt aufserhalb des Zweckes dieser Abhandlung. Nur sei noch erwähnt, dafs sich hier ein weites Feld geologischer Forschung aufgethan hat, in welchem noch bedeutsame Ergebnisse zu erwarten sind, welches aber dadurch besondere Schwierigkeiten zu bieten scheint, dafs in den langen Zeiträumen seit der Entstehung der vulcanischen Erhebungen die Spuren der Ausbrüche gröfstentheils unkenntlich geworden sind, und dafs die Auswurfsproducte selbst sich in hohem Mafse verändert haben.

Der Mannigfaltigkeit und Verschiedenartigkeit der Gesteine entspricht nicht völlig die Bedeutsamkeit der technischen Verwendung derselben. Die letztere beschränkt sich bis jetzt mehr auf die nähere Umgebung; eine Versendung in weitere Ferne namentlich zu Bauzwecken findet nur in eingeschränktem Mafse statt. Die Hartgesteine des Gneises, des Granits, des unveränderten, eruptiven Porphyrs werden vorzugsweise in zerkleinertem Zustande als Strafsenbaumaterial usw. verwandt. Stellenweise giebt auch der Porphyr einen für feinere Bearbeitung ganz geeigneten, sehr festen Baustein, wie solcher namentlich bei der den Thüringerwald durchquerenden Eisenbahn von Arnstadt nach Suhl zwischen Dörrberg und Zella St. Blasii gewonnen und mit Vortheil auch zu Hochbauzwecken verwandt worden ist. Die meisten Porphyrvarietäten aber, ebenso wie die meisten sandsteinartigen, feineren Conglomerate des Rothliegenden, sind entweder zu hart oder zu grobkörnig, um eine feinere Bearbeitung zuzulassen, werden dagegen vortheilhaft zu einfachen Mauerquadern, zu Bordsteinen und Treppenstufen verwandt. Für die Herstellung der letzteren, namentlich zu Freitreppen, sind sie vielfach ganz besonders geeignet, weil sie auch bei längerer Benutzung niemals so glatt werden wie der Granit. Allerdings scheinen die Porphyrtreppenstufen die Härte der Granitstufen nicht ganz zu erreichen, nutzen sich vielleicht etwas früher ab. Auch für Fufsboden-Plattenbeläge werden Porphyrtuffe und ebenso die feineren Conglomerate des Rothliegenden mit Vortheil verwandt, da in vielen Gesteinslagen Neigung zur Plattenbildung herrscht. Jedoch ist dabei einige Vorsicht erforderlich, da in manchen Lagen, wie sich wohl auch in demselben Steinbruche zeigt, die Plattenbildung in ein blätteriges Gefüge übergeht, welches aber vielfach erst nach längerer Zeit der Benutzung hervortritt. Einen vorzüglichen Baustoff in der angegebenen Einschränkung liefern die Steinbrüche im Porphyrtuff des Nesselberges westlich von Tambach, sowie die sandsteinartigen Ablagerungen des Rothliegenden in der Nähe von Tambach und Dietharz, sicherlich auch an vielen anderen Stellen, die noch der Ausbeutung harren. Die Porphyrtuffe treten in sehr verschiedener Art auf, an manchen Stellen sind sie von drusiger Beschaffenheit und von sehr bedeutender Härte, sodafs sie der Bearbeitung schwer besiegbaren Widerstand entgegensetzen. So die Porphyrtuffe in der Nähe von Ohrdruf und Crawinkel, die mit Vortheil zu Mühlsteinen verarbeitet werden. Auch das obere Rothliegende, das sogenannte Wartburg-Conglomerat südlich von Eisenach, welches in gewaltigen, gänzlich ungeschichteten, grauen Felsenmassen ansteht, liefert feste Bausteine, welche völlig der Verwitterung widerstehen, aber sich ihrer Härte wegen wenig zu feinerer Bearbeitung eignen.

Was die angeführten älteren Gesteine, namentlich die Granite betrifft, so sind dieselben bisher noch sehr wenig zu Bauzwecken (aufser etwa zum Strafsenbau) ausgenutzt worden, obgleich die Gegenden in neuester Zeit durch die Eisenbahnen von Wutha nach Ruhla, von Schmalkalden nach Brotterode und von Schmalkalden nach Mehlis und Zella bereits ziemlich aufgeschlossen sind. Es ruht hier sicherlich noch ein werthvoller Schatz ungenützt in den Bergen, den zu heben der Zukunft vorbehalten bleibt.

Im allgemeinen ist noch zu bemerken, dafs auch die gebirgige und waldige Beschaffenheit des Landes einer kräftigeren Ausnutzung des Reichthums der Erde an nutzbaren Gesteinen vielfach hindernd im Wege steht. So konnten Gesteinslagen, welche durch den Eisenbahnbau aufgeschlossen worden sind, wohl seitens der Bauverwaltung der Eisenbahn ausgenutzt werden, aber weiterhin liefsen sich die Brüche aus Mangel an geeigneten Zufuhrwegen nicht mehr in Betrieb setzen.

Das Kyffhäuser-Gebirge.

Die neueren geologischen Forschungen haben bekanntlich zu der Annahme geführt, dafs in Urzeiten eine zusammenhängende, sehr hohe Gebirgsmasse, ähnlich den Alpen, einen grofsen Theil des jetzigen Deutschlands bedeckt habe. Man hat dieser ehemaligen Gebirgsmasse den Namen der „Mitteldeutschen Alpen" gegeben. Im Laufe der Jahrmillionen müssen dann mehrfache Senkungen an verschiedenen Stellen stattgefunden und sich zu mehr oder weniger abgeschlossenen Binnenmeeren gestaltet haben, während von dem grofsen Central-Gebirgsstock einzelne Bruchstücke stehen geblieben sind, in denen wir die jetzigen deutschen Mittelgebirge, so das Fichtelgebirge, den Frankenwald, den Thüringerwald, den Harz usw. erkennen. Ihre gegenwärtige Gestalt haben diese Gebirge wohl hauptsächlich durch die sehr lange Zeit andauernden Erosionsvorgänge erhalten, während die Producte dieser Zerstörungen sich, etwa in der Form der Bestandtheile des Rothliegenden, in den Senkungsfeldern ausgebreitet und abgelagert haben. Unter diesen Senkungsfeldern sind für Thüringen bedeutsam: an der Nordostseite des Thüringerwaldes und des Frankenwaldes die muldenförmige Einsenkung, welche bis an den Harz reicht, und südlich von dem thüringischen Gebirgszuge die fränkische Mainebene, das Grabfeld und das Thal der Werra.

Aus der erstgenannten Mulde, genannt das Thüringer Becken oder die Thüringer Hochebene (auf deren Gestaltung alsbald näher einzugehen sein wird), erhebt sich wie eine Insel die Masse des Kyffhäusergebirges als ein vereinzelt stehen gebliebener Rest des alten Gebirgsstockes über die goldene Aue, völlig das Gepräge des nordwestlichen Theiles des Thüringerwaldes tragend. Der Grundstock besteht ersichtlich aus Gneis, der am nördlichen Rande hervortritt, mehrfach von Granitgängen durchsetzt. Die Hauptmasse aber bildet das wuchtig aufgehäufte Conglomerat des Rothliegenden. Gneis und Granit werden hauptsächlich zum Strafsenbau als Schüttungsmaterial benutzt. Das Rothliegende findet dieselbe Verwendung wie im Thüringerwalde: zu Quadern, Stufen, Bordsteinen, Belagsplatten usw., die auch weiter in die benachbarten Gegenden ausgeführt werden. Aus dem grauröthlichen, grobkörnigen Conglomeratgestein des Berges war die alte Kyffhäuserburg errichtet, deren weitläufige Ruinen den Gipfel des Berges theilweise jetzt noch umgeben. Aus den meistens sehr groben Conglomeraten ist zum gröfsten Theile auch das grofsartige Sieges- und National-Denkmal des Kyffhäusers errichtet, das mit seinen gewaltigen Unterbauten und Treppenanlagen wie aus dem Berge herausgewachsen erscheint. Sehr brauchbares Gestein des Rothliegenden liefern die Steinbrüche der Nordseite nahe der Rothenburg und die an der Südseite bei Rottleben.

Der Zechstein.

Als eine besonders interessante, dem Thüringer Lande eigenthümliche Gebirgsbildung mufs der **Zechstein** bezeichnet werden. Dem Rothliegenden als der unteren Abtheilung der Dyas (des Perm) als obere Schicht aufgelagert, stellt sich der Zechstein, durchweg ein Kalkstein, als ein Meeresgebilde dar, aus einem weiten Seebecken stammend, welches den ganzen Thüringerwald und den Frankenwald nebst den beiden diese Gebirgszüge begleitenden Senkungsmulden bis zum Harz und weiterhin nach Westen überdeckt haben mufs. Die im allgemeinen sehr dünne, nur wenige Meter starke Formation des Zechsteins dehnt sich wahrscheinlich in der Tiefe über die ganze Thüringer Mulde und auch weiterhin über das südliche Thalgelände aus, ist aber auf der Höhe des Gebirgszuges bis auf einige vereinzelte Reste durch die Erosion der atmosphärischen Gewalten vernichtet worden. Dagegen tritt der Zechstein an den Rändern der Gebirge, sowohl am Harz wie auch an dem Thüringischen Gebirgszuge als ein bald breiteres, bald schmaleres, nur an wenigen Stellen unterbrochenes Band auf. Ungefähr bei Wettin an der Saale beginnend, zieht sich dieses Band über Gerbstedt, Hettstedt, Mansfeld, Eisleben am Südrande des Harzes entlang über Nordhausen, Ellrich, Sachsa, Herzberg bis Seesen hin. Am Thüringerwalde taucht es bei Eisenach wieder auf und zieht sich am Fufse des Gebirges über Kittelsthal, Seebach, Kabarz, Friedrichsroda, Georgenthal, Luisenthal, Dörrberg und Elgersburg nach Ilmenau hin, von da nach kurzer Unterbrechung über Königsee, Bechstädt und Blankenburg nach Saalfeld, dann über Poefsneck und Neustadt (Orla) nach Gera (Reufs), um endlich bei Wetterzeube unweit Zeitz zu verschwinden. Am Südwestende des Thüringerwaldes aber tritt der Zechstein bei Wartha, westlich Eisenach, zu Tage, geht in breitem Bande südlich über Kupfersuhl und Möhra nach Schweina und Liebenstein bis Elmenthal; von da an zeigt er sich nur noch in vielfach unterbrochenem Zuge bei Trusen, Seligenthal, bei Schmalkalden und weiterhin zwischen Benshausen und Suhl, zuletzt noch am sogenannten kleinen Thüringerwalde westlich von Schleusingen.

Trotz seiner geringen Mächtigkeit nimmt der Zechstein in volkswirthschaftlicher Beziehung eine sehr bedeutsame Stellung ein, denn seine unterste, nur wenige Theile eines Meters dicke Lage, der Kupferschiefer, ist stark mit Kupfererz und in geringerem Mafse mit Silbererz angereichert, worauf bereits im früheren Mittelalter in weiter Ausdehnung ein lebhafter Bergbau betrieben worden ist, der auch dem Gestein sowie seiner Unterlage, dem Roth- oder Todtliegenden den Namen gegeben hat. Aber bereits seit Jahrhunderten ist der Abbau bald hier, bald dort eingestellt worden, weil das abbauwürdige Gestein in zu grofse Tiefe absank, um noch mit Vortheil gefördert zu werden. Nur am Südostrande des Harzes, bei Eisleben steht der Betrieb durch die Mansfelder Kupferschiefer bauende Gewerkschaft noch in lebhafter Blüthe. Zugleich ist in den letzten Jahren, wohl aus Veranlassung der so aufserordentlich gestiegenen Preise des Kupfers, an mehreren anderen Stellen, besonders am Thüringerwalde, der Versuch gemacht worden, mit Hülfe der gesteigerten Hülfsmittel der heutigen Technik die Förderung des Kupferschiefers wieder aufzunehmen.

In den mittleren und oberen Lagen der Zechsteinformation ist der Kalkstein meist stark bittererdehaltig, aber vielfach bituminös, auch mit Kochsalz durchsetzt, daher hygroskopisch und zu Bauzwecken weniger geeignet. Dagegen zeigt sich an verschiedenen Stellen das Gestein als **Anhydrit** und **Gips**, und gewinnt dadurch wieder eine ganz hervorragende Bedeutung für die Technik. So besteht der weithin weifsleuchtende Gebirgszug am Fufse des Harzes westlich Nordhausen bei Niedersachswerfen, Ellrich, Walkenried usw. aus Gipsgestein der Zechsteinformation, welches bekanntlich in sehr umfangreichen Werken verarbeitet wird. Früher geschah dies vorzugsweise zu Estrichgips und Stuccaturgips, in neuester Zeit auch zu den so allgemein in Aufnahme gekommenen Gipsdielen. Auch das Kyffhäusergebirge wird namentlich an der Südseite, bei Frankenhausen von hohen Felsen des Zechsteins eingefafst, die grofsentheils aus Gipsgestein bestehen. Dieser wird auch hier in lebhaftem Betriebe zu technischen Zwecken verwerthet. In derselben Weise geschieht dies ferner mit dem bei Poefsneck und Crölpa in grofser, zusammenhängender Masse anstehenden Gipsgestein der Zechsteinformation. Endlich sind auch die Gipslagerstätten zu Kittelsthal (zwischen Wutha und Ruhla) und die zu Bechstädt bei Schwarzburg zu nennen, welche insbesondere für die in der Porcellanmanufactur erforderliche Herstellung von Gipsformen Bedeutung gewonnen haben.

Im weiteren ist für die Bedeutung des Zechsteins hinzuzufügen, dafs stellenweise aus demselben ein vorzüglicher Mauerkalk gebrannt wird, den man zum Unterschiede von dem sonst allgemein gebräuchlichen weifsen Fettkalk als **Graukalk** bezeichnet. Er wird meist trocken eingelöscht und dabei sogleich mit Sand zu Mörtel verarbeitet. Dieser erlangt auch an der Luft sehr schnell bedeutende Festigkeit und ersetzt dadurch vielfach den bedeutend theureren Cement. wird daher im Thüringer Land sehr viel, ja fast allgemein

als Mauerkalk verwandt. Die bedeutendsten Kalkbrennereien für dieses Gestein sind wohl die zu Pfordten bei Gera (Reufs) und die zu Wetterzeube bei Zeitz. Aber auch in der Gegend von Sangerhausen und am Harz ist dieser Graukalk allgemein in Gebrauch gekommen.

Ganz unerwähnt darf endlich nicht bleiben, dafs stellenweise auch Eisenerze im Zechstein enthalten sind. Diese wurden früher in ausgedehnterer Weise gewonnen und verhüttet. Gegenwärtig geschieht es nur noch in wenigen Werken, zumeist in der Gegend von Schmalkalden. Die Hütten sollen aber ein ganz vorzügliches zähes Eisen liefern, das hauptsächlich zu Schiffsketten verarbeitet wird. Auch die vorgenannte Hütte zu Unterwellenborn bei Saalfeld verarbeitete ursprünglich Eisenerze aus der Zechsteinformation und hat erst später die Verhüttung des Roth- und Brauneisenerzes aus Cambrium und Silur hinzugenommen.

Schliefslich ist für die Bedeutung des Zechsteins in bautechnischer Beziehung noch zu erwähnen, dafs aus den Schlacken der Verhüttung des Kupferschiefers Pflastersteine in Form von würfelförmigen Kopfsteinen gegossen werden, die infolge ihrer Härte und Haltbarkeit in weitem Umkreise Verwendung finden. Es empfiehlt sich jedoch, ihre Verwendung auf steil ansteigenden Strafsen zu vermeiden, weil sie nach längerem Gebrauche leicht glatt werden und dann zum Ausgleiten Veranlassung geben.

Die Trias.

Das Weiterschreiten von den älteren zu den jüngeren Gebirgsschichten bedeutet zugleich ein Herabsteigen von den Bergen in das flachere Land, vom Zechstein zur mesozoischen Formationsgruppe, der Trias, die sich aus den Ablagerungen des Buntsandsteines, des Muschelkalkes und des Keupers zusammensetzt. Aus diesen Gesteinsformationen bestehen die beiden Senkungsfelder nördlich und südlich des Thüringer- und des Frankenwaldes.

Das nördliche Senkungsgebiet gleicht in seiner Allgemeinbildung einem weiten Kesselthale, dessen an die beiden mehrgenannten Gebirgszüge heranreichende Ränder die ältere Formation, den Buntsandstein, zu Tage treten lassen, während die tiefer liegende Mitte von der jüngsten, dem Keuper ausgefüllt wird, und zwischen beiden kranzförmig, selbstredend in durchaus unregelmäfsiger Gestalt, der Muschelkalk erscheint. Dabei ist das weite Gesamtgebiet mehrfach von niedrigeren, flachen Höhenrücken (der Hainleite, der Schmücke, der Finne) durchzogen und senkt sich im ganzen nach Osten hin. Der westliche Theil wird auch wohl als Thüringisches Hochland bezeichnet; es geht an der östlichen Seite allmählich in die thüringisch-sächsische Tiefebene über. Auch während und nach der Bildung der Triasformation haben noch mehrfache Senkungen und Veränderungen in der tief unten liegenden Erdrinde stattgefunden, durch welche bedeutsame Störungen in der Ablagerung der Gesteinsschichten bewirkt worden sind, die wir in den Zerreifsungen und Verwerfungen, in den Lagenveränderungen, Schrägstellungen, Umbiegungen und Brüchen derselben erkennen. Die deutlich erkennbaren Grubeneinbrüche, die vielfach mit den Wasserläufen zusammenfallen, tragen vorzugsweise zum Erkennen des tektonischen Baues des Landes bei, wie sie auch zur technischen Ausbeutung der Gesteine, zur Anlage von Steinbrüchen die beste Gelegenheit darzubieten pflegen.

An der Südwestseite des Waldgebirges lehnt sich zunächst an den Zug des Zechsteins das weite mitteldeutsche, fränkisch-hessische Gebiet des Buntsandsteins an, mehrfach von Muschelkalkpartieen durchsetzt. Daraus erheben sich westlich die zahlreich zusammengedrängten Basaltkuppen des Rhöngebirges, während im Süden sich das fränkisch-bayersche Keuper- und Juragelände ausdehnt.

Der Buntsandstein.

Die Formation des Buntsandsteins ist für die Bautechnik von ganz besonderer Wichtigkeit. Man unterscheidet drei Abtheilungen derselben als unteren, mittleren und oberen Buntsandstein; letzterer wird auch als Gebirgsformation Röth genannt. In allen drei Abtheilungen finden sich gute Bausteine, die feinsten gewöhnlich im Röth. Der Sandstein besteht aus einer Anhäufung von gröberen oder feineren Quarzkörnern, meist von ziemlich gleicher Korngröfse (wohl den zusammengeschwemmten letzten Verwitterungsproducten von Gneis und Granit), zusammengehalten durch ein kieseliges, kalkiges oder thoniges Bindemittel. Die kieseligen Bindemittel pflegen den härtesten Stein zu bilden. Die Farbe des Buntsandsteins wechselt in den verschiedenen Lagen von fast reinem Weifs durch Gelb und Grau bis zum matten Roth und dunklen Rothbraun, ist häufig in demselben Sinne streifig oder flammig und rührt gewöhnlich von einem Gehalt von Eisenoxyd her, selten von Mangan. Oft zeigen sich Glimmerblättchen eingesprengt, besonders an Lager- und Absonderungsflächen. Wie alle geschichteten Gesteinsablagerungen durchzieht aufser den Lagerungsflächen auch ein Netz von darauf mehr oder weniger senkrecht stehenden Klüften die Massen des Sandsteins im Gebirge und zerlegt das Gestein in kubische und prismatische Blöcke von oft bedeutendem Umfange, sodafs häufig auch sehr grofse monolithische Bautheile daraus hergestellt werden können.

Die unterste Lage des unteren Buntsandsteines besteht stellenweise, so namentlich im östlichen Theile Thüringens, an der Unstrut und an der Saale aus einem eigenartigen Kalksteine, dem Rogensteine. Dieser besteht aus lauter schaligen Kalksteinkörnern von der Gröfse eines Hirsekorns bis zu Kirschkerngröfse, von kalkigem Bindemittel zusammengehalten, die Körner meist unter sich gleich. Stellenweise bricht dieser Stein in gröfseren Tafeln, läfst sich auch schleifen und poliren, kann zu Wandbekleidungen verwandt werden. Vielfach wird er zu sogenanntem Mosaikpflaster auf Bürgersteigen verwandt, wozu er sich sehr gut eignet. Aber auch ein vorzüglicher Brennkalk (Graukalk) wird aus Rogenstein hergestellt, von gleichen Eigenschaften wie der bereits erwähnte, aus Zechstein gebrannte Graukalk; so namentlich in der Gegend von Sangerhausen und der unteren Saale.

Die Buntsandsteinformation enthält eine aufserordentlich grofse Zahl von Varietäten brauchbaren Bausteins in der Verschiedenheit der Farben wie der gröfseren oder geringeren Härte und Tragfähigkeit, auch in der Beschaffenheit des gröberen und feineren Kornes und der Art des Bindemittels der die Gesteinsmasse bildenden Quarzkörner. Die Art der technischen Verwendung ist daher ebenfalls aufserordentlich verschieden.

In der unteren und der mittleren Gliederung der Buntsandsteinformation ist der Stein gewöhnlich grobkörniger, eignet sich aber meistens gut zu Quadermauerwerk, zu Stufen usw., an vielen Stellen jedoch auch zu feineren architektonischen Bildungen. In der Gliederung des Röth zeigt er sich meist feinkörniger, es treten zwischen den Sandsteinbänken aber öfter grüne und rothe Mergel mit Gipslagern und Thon auf, welche den Steinbruchbetrieb beeinträchtigen.

Am ganzen Nordostrande des Thüringer- und Frankenwaldes entlang folgt dem Zechsteinbande ein bald schmalerer, bald breiterer Streifen des Buntsandsteins; bei Eisenach beginnend zieht er sich über Farnroda, Schwarzhausen und Tabarz nach Friedrichsroda und Georgenthal, dann über Gräfenhain nach Gräfenroda. Auf dieser Strecke wird der aus dem Gebirge gewonnene Stein hauptsächlich nur in der näheren Umgebung verwandt. In der Nähe von Gräfenroda hat jedoch eine bedeutendere Ausbeutung für den Eisenbahnbau mit Vortheil stattgefunden. Von Dörrberg geht der Zug des Buntsandsteins in schmalem Streifen bis Elgersburg, verbreitert sich aber dann bedeutend in nördlicher Richtung nach Plaue und Stadtilm zu, um sich dann in der Nähe des Greifensteins bei Blankenburg im Schwarzathale wieder zu einem ganz schmalen Streifen zusammen zu ziehen. Dann verbreitert sich das Gebiet des Buntsandsteins wieder, bildet bei Saalfeld das linke Ufer der Saale, umfaſst Rudolstadt und folgt der Saale bis Jena und Dornburg, lehnt sich zugleich an den Zechsteinzug bei Poeſsneck, Neustadt (Orla), Weida und Gera und überschreitet oberhalb Zeitz die Elster, wird aber unterhalb Zeitz von jüngerem Gebirge überdeckt.

Zu erwähnen ist noch ein bedeutsames, zwischen Rudolstadt und Weimar gelegenes, rings von Muschelkalkbergen umschlossenes und von der Ilm durchflossenes Gelände des Buntsandsteins bei Kranichfeld, Tannroda und Berka (Ilm).

Von Eisenberg zieht sich der Buntsandstein in schmalem Streifen nördlich zur Saale bei Naumburg, und in demselben Zuge liegt das Bett der Saale bei Weiſsenfels und bis Dürrenberg, wo der Sandstein wieder unter jüngeren Schichten verschwindet. Bei Freyburg verliert sich der Buntsandstein unter dem Muschelkalk, um aber alsbald, bei Laucha an der Unstrut wieder aufzutauchen. Dann aber, über Nebra, Artern und Heldrungen aufwärts liegt das Bett der Unstrut im Buntsandstein. Dieser zieht sich weiter nach Norden über Sangerhausen und Eisleben bis zur Saale hin, westlich aber, stets an den Zechsteinzug am Südrande des Harzes sich anlehnend und das Kyffhäusergebirge rings umfassend, bildet er das Gelände zwischen Sondershausen, Nordhausen, Bleicherode und geht bei Worbis und Heiligenstadt in das Eichsfeld über. Mehrfach von Muschelkalk unterbrochen, schlieſst sich das Buntsandsteingelände alsdann in südlicher Richtung über Eschwege und Berka an der Werra dem Zuge bei Eisenach wieder an, und geht zugleich in das Buntsandsteingebiet über, welches den Thüringerwald an der Südwestseite begleitet und sich daselbst ebenfalls an den Zechsteinzug anlehnt. Der Lauf der Werra liegt hier ganz im Buntsandstein bis nahe zur Quelle dieses Flusses bei Eisfeld (nur auf eine kurze Strecke zwischen Meiningen und Themar von Muschelkalk unterbrochen). Dann geht der Zug des Buntsandsteins als schmaler Streifen in südöstlicher Richtung nach Kronach und Kulmbach am Fichtelgebirge. Nach Westen hin aber breitet sich das Gebiet des Buntsandsteins zu der Landschaft aus, aus welcher sich die zahlreichen basaltischen Kuppen des Rhöngebirges erheben.

Im allgemeinen ist bei der Verwendung des Steines aus dieser Formation Vorsicht erforderlich, denn über seine Wetterbeständigkeit, die selbst in demselben Steinbruche für die einzelnen Bänke ganz verschieden sein kann, giebt nur die Erfahrung sichere Auskunft. Manche sehr gute Lage zeigt sich, noch mit der Bergfeuchtigkeit erfüllt, sehr weich und erhärtet erst mit voller Austrocknung im hergestellten Mauerwerk. Steinbrüche sind im Buntsandstein auſserordentlich zahlreich, die meisten haben aber nur Bedeutung für die nähere Umgebung: viele liefern nur Stoff für Bruchsteinmauerwerk geeignet, andere enthalten vorzügliches, aber in weiteren Kreisen noch wenig bekanntes Material, entweder wegen mangelhafter Zugänglichkeit oder weil sich nicht Gelegenheit zu bedeutungsvollerer Verwendung geboten hat.

Nur wichtigere Fundstellen können hier besondere Erwähnung finden. Ein guter, haltbarer, hellröthlicher Sandstein wird, wie bereits erwähnt, bei Gräfenroda gewonnen, dessen Verwendung in weiteren Kreisen durch die Nähe der Eisenbahn begünstigt erscheint. Ein feinkörniger weiſser Sandstein wird zwischen Pflanzwirbach und Kochberg, nahe bei Rudolstadt, gebrochen, ebenso ein röthlicher feinkörniger Stein etwas weiter nördlich bei Teichel im Röth. Diese Brüche würden durch den Bau einer Eisenbahn von Rudolstadt nach Erfurt sicherlich eine erheblich gröſsere Bedeutung gewinnen. Auch südlich von Rudolstadt finden sich gute Lagen im Buntsandstein, so bei Blankenburg am Fuſse des Steigers; jedoch ist hier mehr Vorsicht erforderlich, weil festere Bänke mit weniger festen Lagen wechseln. Auch bei Paulinzella, Gräfinau und in der weiteren Umgebung werden feste Sandsteine gewonnen, sie sind jedoch in den meisten Lagen weniger für feine Bearbeitung geeignet. Dasselbe gilt für die Gegend weiter östlich bei Orlamünde, Kahla, Roda, Bürgel, Eisenberg usw. Besonders erwähnenswerth sind auch die Brüche bei Berka an der Ilm und bei Tonndorf, wo sich hellgrauer, hellrother und braunrother Sandstein von mittelfeinem Korn findet, der namentlich für die Bauausführungen in Weimar Bedeutung erlangt hat und auch in Erfurt vielfache Anwendung findet. Noch sind in der Nähe von Gera die bedeutenden Steinbrüche bei Kraftsdorf zu erwähnen. Die Ablagerungen des hellgrauen Sandsteins sind hier mehrfach von minderwerthigen Gesteinen durchsetzt, auch unter sich von sehr verschiedener Güte und Brauchbarkeit. Doch zeigen einzelne Bänke sehr bedeutende Festigkeit und Wetterbeständigkeit. Die Brüche haben ihre Bedeutsamkeit wohl hauptsächlich dem starken Baubedürfnisse der Stadt Gera zu verdanken.

Im weiteren vorbezeichneten Zuge der Buntsandsteinverbreitung tritt als ganz besonders wichtig der Durchbruch der Unstrut durch das Sandsteingebirge hervor. Die durch die Erosion des Flusses freigelegten Gesteinsablagerungen sind hier an beiden Ufern zur Anlage von ausgedehnten Steinbrüchen ausgenutzt worden. Die hellrothen und bräunlichen Ablagerungsbänke treten in ganz auſsergewöhnlicher Dicke auf, auch sind sie von so wenigen Absonderungsklüften durchsetzt, daſs sich ganz auſsergewöhnlich groſse Blöcke

daraus gewinnen lassen. Der Stein ist mittelhart, feinkörnig, nicht ganz gleichmäßig in der Farbe, durchaus wetterbeständig. Die Brüche standen bereits im Mittelalter in Benutzung, doch hat der Betrieb erst in neuerer Zeit den sehr bedeutenden Umfang gewonnen, den er jetzt aufweist, seitdem der Stein namentlich nach Berlin in großen Massen ausgeführt wurde. Die Brüche bei dem nahe gelegenen Vitzenburg, die einen hellgelblichen Stein von hervorragender Güte und Brauchbarkeit liefern, sind erst in neuerer Zeit eröffnet worden.

Die Umgegend von Sangerhausen liegt ganz im Buntsandstein und ist ganz besonders reich an Steinbaumaterial. Zu gewöhnlichem Mauerwerk, zu Quadern, Stufen usw. wird vorzugsweise der Stein aus dem Höhenzuge verwandt, welchen die Eisenbahn zwischen Riestedt und Blankenheim durchbricht, aus den Brüchen bei Blankenheim, Annarode und der Pfaffenfahrt. Feinkörniger Stein wird bei Rothenschirmbach (südlich Eisleben) und bei Lodersleben (westlich Querfurt), auch in verschiedenen kleineren Brüchen gewonnen. Aus einzelnen Lagen des Gesteins bei Lodersleben werden auch vielfach Schleifsteine für Schneidewerkzeuge hergestellt.

Im weiteren, nach Westen gewandten Zuge des Buntsandsteingebietes an der Südseite des Harzes werden an vielen Stellen brauchbare Bausteine für die Bedürfnisse der Umgebung gewonnen, an einzelnen Orten auch sehr feinkörniger und durchaus wetterbeständiger Stoff. So sind Bautheile des Kyffhäuserdenkmals aus einem Bruche bei Kelbra entnommen. Ein sehr guter gelblichgrauer Stein kommt ferner aus der Gegend von Heiligenstadt und Arenshausen.

In dem Zuge des Buntsandsteins an der Südwestseite des Thüringerwaldes wird ebenfalls an vielen Stellen ein brauchbarer Baustein gewonnen, bei Salzungen und Barchfeld, bei Schmalkalden, bei Schwallungen und Wasungen usw. Der Stein ist ziemlich feinkörnig, aber nicht überall genügend wetterbeständig. Dies gilt auch für den weiteren Zug südlich von Suhl, über Schleusingen, Eisfeld und Neustadt; überall wird hier der Stein nur in der näheren Umgebung verwandt. Bei Hildburghausen wird ein recht feinkörniger Stein gebrochen im Röth; bei Harras und Schakendorf der Chirotheriensandstein mit den merkwürdigen Thierfährten, dann ein grobkörnigerer Stein auch bei Brattendorf und Schwarzbach. Bei Kronach, woselbst der Zug des Buntsandsteins an Ende geht, befinden sich wieder größere Brüche eines sehr guten Steins, der auch auf weitere Entfernungen versandt wird.

Ein eigenartiges Vorkommen des Buntsandsteins sei hier noch besonders erwähnt. Auf der Höhe des östlichen Thüringerwaldes, mitten im Cambrium, in den ältesten Ablagerungen des Schiefergebirges, bei Steinheid und Scheibe, befinden sich Einbuchtungen, welche die Gesteinslagen bis in große Tiefe durchbrechen. Diese sind theils mit Zechstein, theils mit Buntsandstein ausgefüllt, ein sicheres Zeichen, daß diese jüngeren Ablagerungen einstmals auch auf der Höhe des Gebirges sich niedergeschlagen haben, daß dieses letztere demgemäß damals unter dem Meere gelegen haben muß, daß ferner diese jüngeren Ablagerungen später nach dem Zurücktreten des Meeres durch die Erosionswirkungen der Atmosphäre vollständig bis auf die noch vorhandenen geringen Reste wieder fortgeführt worden sind. Dieser Buntsandstein aber in diesem vereinzelten Vorkommen hat für Thüringen eine ganz besondere Bedeutung erlangt. Er wird zwar gebrochen, aber nicht zu Bauzwecken verwandt, sondern zermahlen. Das Bindemittel der Sandkörner ist nämlich Thonerde und zwar Porcellanerde, Kaolin, und wird ausgewaschen. Und dieser Stoff ist die Grundlage der bedeutungsvollsten und am weitesten verbreiteten Industrie des Thüringerwaldes, ja ganz Thüringens, der Porcellanmanufactur geworden, denn sie wird in mehr als hundert, theilweise sehr ausgedehnten Fabriken betrieben, ernährt einen großen Theil der Bevölkerung des Waldes und steht in reicher Blüthe. Die Porcellanerde wird aber nicht nur an der bezeichneten Stelle, sondern mehrfach in anderen Gegenden in gleicher Weise aus arkoseartigen Sandsteinen gewonnen, auch wo dieser geringeren Gehalt zeigt als der 24procentige des Sandberges bei Steinheid; so bei Wasungen, Neuhaus bei Coburg, bei Tabarz, Elgersburg, Martinroda, auch bei Weißenfels und bei noch manchen anderen Orten.

Der Muschelkalk.

Waren in der untersten Abtheilung der Trias, im Buntsandstein, hauptsächlich die maritimen Ablagerungen, die wieder verfestigten Zerstörungsproducte älterer Gesteine zu erkennen, so erscheint die mittlere Formation der Trias, die des Muschelkalkes, fast durchweg als Anhäufung der Ueberreste aus einer Zeit äußerst lebhafter thierischer Lebensthätigkeit im Meere. Die Formation besteht fast durchweg aus Kalkablagerungen, aus den meistens zerriebenen Muschelschalen und Schneckengehäusen der Meeresbewohner. Man unterscheidet drei Ablagerungszonen des Muschelkalks: unteren, mittleren und oberen Muschelkalk. Die Gesamtschichtung in allen ihren Stufen läßt sich an einer einzelnen Stelle deutlich erkennen: an einer Abdachung des Gebirges nach der Saale hin, unmittelbar bei Jena, wo die Hochebene des berühmten Schlachtfeldes steil zum Thale abfällt.

Die unterste Abtheilung des Muschelkalkes besteht zum größten Theile aus unebenen, (flaserigen) ganz dünnen, wenig zusammenhängenden Lagen, dem Wellenkalk, in welchem nur selten sich brauchbare Bausteine finden. Ueber dem Wellenkalk liegt jedoch meistens, den Abschluß dieser Abtheilung bildend, eine nur wenige Meter dicke, aber sehr dichte Kalksteinschicht, welche einen ganz vorzüglich nutzbaren Baustein, meist von grauer Farbe darbietet: die Bank des Schaumkalks oder Mehlkalksteins. Dieser Stein ist, frisch gebrochen und noch bergfeucht, sehr weich, fast schneidbar. Ritzt man ihn mit einem spitzen Instrumente, so löst sich ein feiner, weißer Mehlstaub, von welchem der Stein den Namen erhalten hat. Der Stein läßt sich demgemäß sehr leicht bearbeiten, besonders so lange er noch Bergfeuchtigkeit enthält, erhärtet aber mit der Austrocknung und wird dann völlig wetterbeständig; er kann daher für die am feinsten ausgearbeiteten Bautheile benutzt werden, sofern die manchmal sich im Stein zeigenden drusigen Stellen nicht hinderlich sind. Der Mehlkalkstein ist daher seit alten Zeiten ein sehr beliebter Baustoff gewesen; die Kirchen zu Naumburg (Saale), Freyburg, Arnstadt, Stadt-Ilm und viele andere ältere Bauwerke sind daraus errichtet. Obgleich die brauchbare Schicht häufig nur in sehr geringer Stärke, etwa 70—80 cm, ansteht, wie in der Gegend westlich von Arnstadt (bei Gossel usw.), und deshalb eine große Landstrecke

umgewühlt werden mufs, um eine gröfsere Menge Bausteine zu gewinnen, so bleibt die Gewinnung doch noch lohnend. Die Mehlkalkbank zeigt sich an vielen Stellen, wo der untere Muschelkalk zu Tage tritt. Bemerkenswerth ist namentlich dafür die Umgegend von Naumburg (Saale) und Kösen, woselbst ein sehr bedeutender Betrieb aus Brüchen nahe der Rudelsburg stattfindet. Die Kalksteine werden hier zu Quadern usw. mit Sägen zerschnitten, wodurch bedeutende Materialersparnifs erzielt wird. Bemerkenswerth ist ferner das Vorkommen des Mehlkalksteins am Rande des oben erwähnten Buntsandsteingebietes an der Ilm zwischen Kranichfeld und Berka, welches als ein weites Erosionsthal des Flusses sich darstellt. Der Wellenkalk bildet hier die obere Stufe des das Thal umschliefsenden Gebirgsrandes. In der Nähe von Tenndorf sind bedeutende Brüche aufgethan; aus ihnen ist beispielsweise der Stein für den Bau des Rathhauses in Erfurt genommen worden; auch gegenwärtig werden sie für Neubauten in Erfurt stark in Anspruch genommen. Auch an anderen Stellen der thüringischen Thalsenke, so in der Gegend zwischen Arnstadt, Stadtilm und Rudolstadt, steht die Schaumkalkschicht über dem Wellenkalk an, wird aber noch bei weitem nicht überall ausgebeutet.

Auch an der Westseite des Thüringerwaldes breitet sich ein weites Gebiet des Muschelkalkes aus, aber die Mehlsteinschicht scheint hier weniger ausgebildet zu sein und wird nur an wenigen Stellen ausgebeutet.

Der mittlere Muschelkalk giebt in Thüringen für Bauzwecke nur geringe Ausbeute; es sind die Steinbrüche am Jägerberge über Zwätzen bei Jena zu nennen. Auch in der Gegend von Meiningen treten harte Plattenkalke auf. Bemerkenswerth ist jedoch, dafs im mittleren Muschelkalk Gips- und Salzlager auftreten. So wird das Salz der Salzwerke von Erfurt und Stotternheim aus dem mittleren Muschelkalk gewonnen.

Von gröfserer Bedeutung ist dann der obere Muschelkalk, auch Hauptmuschelkalk genannt. Er ist ungemein versteinerungsreich; viele Bänke bestehen lediglich aus einer Zusammenhäufung von versteinerten Muschel- und Schneckenschalen. Doch liegen diese Bänke häufig vereinzelt in Zwischenlagen von Mergel- und Thonschichten, welche im Steinbruchbetriebe als werthlos beseitigt werden müssen. Eine besonders feste, vollständig aus ganzen und zerbröckelten Schalen von Terebratula vulgaris cycloides bestehende Bank, die Cycloidenbank, ist im Volke unter dem Namen Krötenaugen bekannt, und giebt sehr festen Baustein. Der obere Muschelkalk bildet meistens weite ebene Felder, Hochplateaus; der Steinbruchbetrieb wird daher häufig von eben her in Angriff genommen, in der Regel aber von Verwerfungsspalten oder von der Sohle eingeschnittener Thäler aus. Die häufig auftretenden unbrauchbaren Zwischenlagen sind jedoch dem Betriebe meistens sehr hinderlich und steigern die Kosten der Förderung erheblich.

Kalksteine dieser Formation werden an vielen Stellen, hauptsächlich für den Bedarf der näheren Umgebung gebrochen: in der Umgebung von Erfurt auf der Höhe des Steigerwaldes, bei Egstedt, bei Bischleben und Möbisburg, bei Tiefthal, bei Ollendorf usw. Meistens wird dieser Stein zu Fundament- und Sockelmauern sowie zu einfachen Quadern bearbeitet. Einen sehr guten, festen Stein liefern auch die Brüche zu Marlishausen östlich und zu Bittstedt westlich von Arnstadt, sowie bei dieser Stadt selbst. In der Umgebung von Meiningen sodann steht er in geschlossenerer Schichtung an und giebt einen vorzüglichen Baustein in grofsen Blöcken, namentlich aus den Brüchen auf der Hochplatte des Dreifsigackers westlich von Meiningen und von der Donopskuppe am rechten Ufer der Werra. Dieser Kalkstein, von grauer Farbe, ist der Hauptbaustein für Meiningen und die Umgebung, er wird auch weithin versandt, ebenso wie die Steine aus der Gegend westlich vom Grabfelde, die aber nicht mehr zu Thüringen gerechnet wird.

Brennkalk zur Mörtelbereitung liefern alle Kalkbänke der Muschelkalkformation, wenn auch in verschiedener Güte und Reinheit. Meistens ist es der Fettkalk oder Weifskalk, der überall zum inneren Verputz, in den meisten Gegenden, wo der magere, schnell bindende Graukalk nicht zu Gebote steht, auch zum Mauerwerk verwandt wird.

Der Keuper.

Der Keuper ist das jüngste, oberste Glied der Trias und besteht aus vielfach wechselnden Ablagerungen von buntgefärbten Thonen und Mergeln, Sandsteinen, Schieferletten und Dolomiten, Kohlen- und Gipseinlagerungen. Er bildet meist fruchtbare Gelände und Thallandschaften zwischen den älteren Formationen der Trias, so namentlich den mittleren Theil des Thüringer Centralbeckens, auf der Südseite des Thüringerwaldes aber die Landschaft des Grabfeldgaues bis an den Fränkischen Jura. Hier ist jedoch nur etwa der Zug von Römhild bis Coburg noch zu Thüringen zu rechnen.

Man unterscheidet im Keuper ebenfalls drei Abtheilungen, unteren, mittleren und oberen Keuper. Der untere Keuper umfafst meistens den mittleren und oberen in der Lage des Geländes und bildet die Abgrenzung gegen den Muschelkalk.

Der untere Keuper, auch die Lettenkohlengruppe genannt, enthält neben thonigen und sandigen Mergelschiefern stellenweise auch schwache Kohlenlager sowie Sandsteine mit vielen Abdrücken von Fischen und Sauriern. Diese Sandsteine, örtlich auch Katzensandstein genannt, haben für die Bautechnik nur geringen Werth. Sie sind früher zwar vielfach, so in Erfurt und Gotha, zu Fundament- und Kellermauern usw. verwandt worden, erhalten aber das Mauerwerk vermöge ihres Salzgehaltes stets feucht; ihre Verwendung ist daher gegenwärtig fast ganz ausgeschlossen. Die oberste Lage des unteren Keupers enthält an vielen Stellen einen dolomitischen Kalkstein, aus dem guter Brennkalk gewonnen wird.

Der mittlere Keuper, der im Thüringer Centralbecken weite Flächen einnimmt, besteht hauptsächlich aus gipsführenden Mergeln und bunten Thonlagern, die der Landschaft oft ein eigenartiges Aussehen geben. Die schwachen, spärlichen Sandsteinbänke darin finden keine nennenswerthe technische Verwendung. Aus den Gipsmergeln wird an verschiedenen Stellen, namentlich in der Erfurter Gegend, ein Gips gebrannt und gemahlen, der unter dem Namen Deckkalk als Putzmörtel, jedoch ohne Sandzusatz, verarbeitet wird. Mit dem in der Gegend nur vorhandenen sehr grobkörnigen Sande läfst sich nur schwer ein glatter Kalkputz zur Ausführung bringen, deshalb wird gewöhnlich nur ein

Unterputz daraus hergestellt, der dann einen Ueberputz von Deckkalk erhält. Auf diese Weise kann man allerdings einen sehr glatten Putz zustande bringen, aber mit Vortheil nur im Inneren und an wettergeschützten Stellen, denn dieser Gipsmörtel ist durchaus nicht völlig wetterbeständig. Gleichwohl kommt er an Privatgebäuden noch vielfach für den Aufsenputz in Anwendung, um nach wenigen Jahren erneuert zu werden.

Der mittlere Keuper ist südlich vom Thüringerwalde, in Franken, viel stärker entwickelt als im Thüringer Centralbecken. Er enthält daselbst an vielen Stellen ganz bedeutende Sandsteinlager, welche für bautechnische Verwendung von grofsem Werthe geworden sind. Es gilt dies namentlich von dem Schilfsandsteine, der grofsentheils das Baumaterial für die Stadt Coburg liefert, ein hellgrauer, feinkörniger Sandstein von bedeutender Festigkeit, leicht zu bearbeiten, auch von genügender Wetterbeständigkeit. Aber er ist dennoch nur mit grofser Vorsicht zu verwenden, denn zwischen Bänken vom Stoffe des besten Steines liegen oft Bänke von geringerem Materialwerthe, die sehr leicht verwittern, aber dem Ansehen nach schwer von dem brauchbaren Gestein zu unterscheiden sind. Die Benutzung erfordert daher sehr genaue Sachkenntnifs.

Der oberste Keuper, auch *Rhät* genannt, hat wiederum hervorragende Bedeutung für die Bautechnik erlangt, indem er stellenweise neben Thonmergel und sandigthonigen Schichten einen ganz vorzüglichen Baustein liefert. Für Thüringen ist ganz besonders das Vorkommen am grofsen Seeberge bei Gotha wichtig. Die Brüche dieses vorzüglich brauchbaren Sandsteins von hellgrau-gelblicher Farbe sind bereits seit vielen Jahrhunderten ausgenutzt worden. Sie geben das Hauptbaumaterial für Gotha her. Aber auch in Erfurt fand dieser Stein schon früh allgemeine Verwendung. Die im zwölften Jahrhundert begonnene Peterskirche auf dem Petersberge sowie fast alle gothischen Kirchen Erfurts sind aus diesem Steine erbaut. In neuerer Zeit hat sich sein Ruf weit verbreitet, er ist auch in Berlin zu namhaften monumentalen Bauwerken viel verwandt worden. In den Steinbrüchen des grofsen Seeberges unterscheidet man drei verschiedene Lagen des Steines. Die unterste heifst der *Bankstein*. Es ist ein feinkörniger Sandstein, wenig porig, mit rein quarzigem Bindemittel und von sehr bedeutender Festigkeit, schwer zu bearbeiten, daher nur zu Stufen, Plattenbelägen und solchen Bautheilen zu verwenden, die eine bedeutende Härte, aber keine feinere Bearbeitung verlangen. Die mittlere Lage heifst *Grundstein*; sie giebt den Hauptbaustein aus. Derselbe ist leichter zu bearbeiten, feinkörnig und vollkommen wetterbeständig. Eine seiner Eigenthümlichkeiten besteht darin, dafs sich in ihm kleine Nester und Gänge mit starkem Eisengehalt finden, die sich als rostfarbige Adern zeigen und wegen ihrer gröfseren Härte die Bearbeitung des Steines vielfach erschweren. Die oberste Lage alsdann heifst *Schersand*; dieser Stein ist äufserst feinkörnig und läfst sich leicht bearbeiten, er gestattet die Herstellung der zartesten Sculpturen, ist aber etwas weniger wetterbeständig, daher mit Vorsicht und am besten nur in einigermafsen wettergeschützter Lage zu verwenden.

Der Zug des Rhät tritt nur in den Bergkuppen in die Erscheinung, welche sich vom grofsen Seeberge nach Südosten hinziehen und die Burgruinen der bekannten drei Gleichen tragen. An diesen wird ein ähnlicher Stein gebrochen, namentlich bei Wandersleben ein solcher von fast rein weifser Farbe, aber mit thonigkalkigem Bindemittel, der nur sehr wenig der Verwitterung widersteht.

Der Stein des Seeberges wurde früher als der untersten Stufe der Juraformation, dem Lias, zugehörig betrachtet. Neuere Forschung hat ihn zur obersten Stufe des Keupers, zum Rhät gestellt. Zweifelhaft erscheint diese Stellung auch in Bezug auf den Sandstein, der bei Eisenach in der Richtung auf Creuzburg, am Schlierberge und Mohnberge in einer Anzahl von Steinbrüchen gewonnen wird. Er steht dem Seeberger Sandstein an Güte zwar einigermafsen nach, ist aber durchaus wetterbeständig, bildet das Hauptbaumaterial für Eisenach und ist auch zur Wiederherstellung der Wartburg verwandt worden.

Die jüngeren Gesteinsablagerungen, welche in anderen Gegenden so vielfach nutzbare Bausteine darbieten, sind Thüringen fremd, so die Steine der Juraformation, die den Deistersandstein liefernde Wälderformation, die Kreideformation mit den ausgedehnten Lagern des Quadersandsteins, die Tertiärformation mit den jüngeren Kalksteinen usw. Nur von den jüngeren Eruptivgesteinen, insbesondere vom Basalt, reichen einige Ausläufer von Westen her, aus dem Rhöngebirge nach Thüringen herüber, so der Ochsenberg bei Vacha, der grofse Dolmar bei Meiningen, die beiden Gleichberge bei Hildburghausen. Daselbst wird das Basaltgestein für die Beschüttung der Landstrafsen und für die Pflasterung der Stadtstrafsen gewonnen und weithin nach Osten ausgeführt.

Die Tertiärformation.

Gesteinsbildungen der Tertiärformation, und im besonderen nur das Oligozän finden sich in gröfseren Massen nur in den Thallandschaften Ostthüringens und in der thüringisch-sächsischen Tiefebene. Es sind dazu namentlich die vielfach auftretenden grofsen Kiesmassen zu rechnen, die sich an den Flufsufern, oft hoch hinauf, insbesondere an der Elster finden. Diese Massen, meist aus Quarz bestehend und nicht zu Stein verkittet, werden gewöhnlich als Mauersand verwandt. Dazwischen finden sich häufig zu gröfseren Blöcken verkittete Massen, ohne eigentlichen festen Sandstein zu bilden, im Volke als *Knollensteine* bezeichnet. Diese tertiären Ablagerungen erscheinen jedoch durch spätere, alluviale Anschwemmungen vielfach zerstört, sodafs die Unterscheidung von den jüngeren Gebilden meistens schwierig ist.

An verschiedenen Stellen — so bei Jena und anderwärts — zeigen sich im Oligozän auch bedeutende Ablagerungen von weifsem und grauem Thon, der zur Töpferei verwandt wird. Unter Benutzung desselben besteht in Bürgel (bekannt durch seine romanische Klosterruine und Kirche) ein uralter Töpfereibetrieb in althergebrachten, vielfach ganz eigenartigen, interessanten Formen, die allerdings in der industriellen Neuzeit mehr und mehr verschwanden, jedoch immer noch reichlich auf die thüringischen Märkte kommen. Selbstverständlich dienen diese Thone auch überall zur Ziegelfabrication.

Auch in den Thallandschaften westlich vom Thüringerwalde finden sich Reste einer ehemaligen, aber im Laufe der

Zeiten gröfstentheils abgespülten Auflagerung von tertiären Gesteins- und Erdschichten, insbesondere an der Werra und an deren Neben- und Zuflüssen, meist Sand-, Kies-, und Thonlager, die in der erwähnten Weise technische Verwendung finden. Dahin gehört jedenfalls auch die Ablagerung eines feuerfesten Thones bei Oeslau, östlich von Coburg, welcher in dem Katharinenwerke zu Oeslau Verwendung findet zu Chamottesteinen, Thonröhren aller Art, Fufsbodenplatten und Dachziegeln der verschiedensten Art und Form.

Zu den tertiären Bildungen gehören endlich auch die Braunkohlenlager im östlichen Thüringen und im thüringisch-sächsischen Tieflande, namentlich auch die Wachskohle bei Zeitz, Weifsenfels, Merseburg, Halle usw. Bei Halle liegt sie als eine mächtige Decke auf dem Porphyr. Von Halle zieht sich die Braunkohlenablagerung in nördlicher Richtung nach der Mansfelder Mulde hin, nach Artern und an der Südseite des Kyffhäuser nach der Gegend von Frankenhausen, überall begleitet von den bezeichnenden Kies-, Sand-, und Thongebilden, welche an den meisten Orten die ihrer Eigenart entsprechende Verwendung finden.

Diluvium und Alluvium.

Von diluvialen Gebilden reichen die erratischen Blöcke der Eiszeiten, Granite, Gneise, Porphyre usw. bis nahe an die thüringischen Waldberge, sind jedoch selten und haben keine Bedeutung für die Bautechnik erlangt. Dagegen breiten sich die kleineren Geschiebe, Kies und Lehm über weite Flächen aus; der Lehm giebt den Stoff an vielen Stellen zur Ziegelfabrication her, die jedoch öfter wegen eines starken Gehaltes an Kalkknollen in der Ziegelerde mit Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Reinere Thonablagerungen geben auch zur Töpferei geeigneten Stoff her.

Von besonderer Wichtigkeit sowohl in wissenschaftlicher wie in technischer Beziehung sind aber die **Kalktufflager** der Diluvialzeit. Dieselben treten an verschiedenen Stellen zu Tage: so im Ilm-Thale oberhalb Weimar bei Taubach und Belvedere, ferner im Seitenthale der Unstrut zwischen Graefentonna und Burgtonna, bei Langensalza, bei Mühlhausen. Diese Gesteinsablagerungen sind auch besonders merkwürdig dadurch, dafs sie mehrfach in grofser Menge die versteinerten Knochen von zur Diluvialzeit daselbst lebenden Thieren enthalten, von Mammuth, Rhinoceros, Rind, Hirsch, Bär, Löwe, Wolf und verschiedenen anderen. An diesen Knochen zeigen sich auch Spuren menschlicher Thätigkeit, sodafs ein Zusammenleben von Mensch und Thier in diesen Zeiten ganz aufser Zweifel gesetzt ist. — Der Kalkstein aber, Niederschlag aus stark kohlensäurehaltigem Wasser bei Verdunstung des letzteren, umschlofs vielfach die Wurzeln, Stengel und Blätter von Rohr- und Schilfgewächsen, von Moosen usw.; nach ihrer Verwesung haben diese die ihrer Gestalt entsprechenden Höhlungen im Stein zurückgelassen. Dadurch ist letzterer aber an vielen Stellen so durchlöchert und porös geworden, dafs er nur als Zierstein zur Ausschmückung von Gartenanlagen, als Grottenstein verwandt werden kann. So namentlich der Stein, der bei Greufsen gewonnen und weit versandt wird. — Im übrigen ist dieser Kalktuff, ähnlich dem römischen Travertin, ein aufserordentlich fester und durchaus wetterbeständiger Stein; er hat bereits in alten Zeiten zur Errichtung der bedeutendsten Monumentalbauten gedient und wird auch heute noch sehr gern namentlich für ganz freistehende den Witterungseinflüssen in hervorragendem Mafse ausgesetzte Stellen verwandt.

Im Alluvium zeigen sich ähnliche Bildungen, wie im Diluvium-Kies, Gerölle, Sand, Lehm und Thon, die zur Beschüttung von Strafsen, zu Mauersand, zur Ziegelfabrication, zur Töpferei benutzt werden. Auch Kalktuffbildungen zeigen sich vielfach, jedoch meist von geringerer Festigkeit und Dichtigkeit als die Diluvialbildungen ähnlicher Art. Auch wird der Alluvialtuff in Ziegelform geschnitten; man erhält dadurch einen sehr leichten, porösen Mauerstein zur Herstellung leichter Mauerconstructionen. — Solche leichten Mauersteine werden an verschiedenen Orten hergestellt, dahin gehören die Ammerbacher Luftziegel bei Jena und in anderen Nebenthälern der Saale, die leichten Steine, die aus dem Tufflager des Schalbaches zu Schala bei Rudolstadt gewonnen werden, und andere.

Endlich möchte noch zu erwähnen sein, dafs an manchen Stellen sich auch Thonlager von vorzüglicher Beschaffenheit vorfinden, welche es gestatten, durchaus wetterbeständige Verblendziegel in verschiedenen, die Masse durchdringenden Farben wie mit Glasuren versehen herzustellen, in derselben Art wie solche vielfach aus den schlesischen Thonwarenfabriken bezogen werden. Die Herstellung feinerer Ornamente aus gebranntem Thon in Hohlformen, namentlich ganzer Capitelle, Consolen, Bekrönungen usw., die in der Mitte des Jahrhunderts einen bedeutenden Aufschwung nehmen zu wollen schien, ist zwar im allgemeinen nicht weiter verfolgt und gröfstentheils durch Steinmetzarbeit verdrängt worden, seitdem das deutsche Land von einer grofsen Anzahl von Eisenbahnen durchschnitten, und dadurch die Herbeiführung von Werksteinen auch aus gröfserer Ferne ermöglicht wurde. Aber die Herstellung glatter Frontflächen aus Verblendziegeln und einfach profilirten Gliederungen hat doch ziemlich allgemeine Verbreitung erlangt. Diesem Bedürfnisse genügen auch einige Thonwarenfabriken in Thüringen, unter denen besonders die in Crölpa bei Poefsneck zu erwähnen sein möchte.

Hiermit sei nun die Darstellung der Baustoffe in Thüringen abgeschlossen. Das Land besitzt eine reiche Fülle der verschiedenartigsten Gesteine und Erden, welche für das Bauwesen und für verschiedene Seiten der Technik von Wichtigkeit sind und theilweise von noch gröfserer Bedeutung werden können. Danach liegt wohl kein Grund vor, Baustoffe für die üblichen Verwendungen aus weiterer Entfernung herbeizuholen; und für das grofse, reich cultivirte, aber steinarme norddeutsche Niederland bietet sich in Thüringen neben Schlesien, Sachsen und Hannover eine reiche Fundgrube vortrefflicher Baustoffe.

Nur einige Schlufsbemerkungen allgemeinerer Art mögen noch gestattet sein.

In früheren Zeiten ist es allgemein üblich gewesen, die Quadersteine in rohem Zustande aus den Brüchen zu beziehen und sie an der Baustelle für die endgültige Verwendung bearbeiten zu lassen. Damit war der grofse Vortheil verbunden, dafs die Ausgestaltung jedes Steines unter den Augen

des Architekten bewirkt werden konnte. Bei Wiederherstellungsarbeiten usw. wird dieses Verfahren auch jetzt noch in der Regel befolgt. Für Neubauten aber ist es fast allgemein Gebrauch geworden, den einzelnen Werksteinen bereits am Steinbruch die endgültige Form zu geben und allenfalls nur für ornamentale Theile, die erst am aufgerichteten Bau ausgearbeitet werden sollen, die rohe Bossenform zu versetzen. Bei weiter Entfernung der Steinbrüche ist dann freilich eine eingehende persönliche Beeinflussung des Steinmetzen und Bildhauers durch den leitenden Architekten mehr oder weniger ausgeschlossen: es mufs alles durch Werkzeichnungen und Modelle vorher ganz genau bestimmt werden, und Abänderungen während der Bauausführung sind nur mit grofsen Umständlichkeiten durchzuführen. Selbstverständlich ist bei weitem Transport und bei der Nothwendigkeit wiederholten Umladens auch die Gefahr der Beschädigung um so gröfser. Es bleibt daher immer vortheilhaft, die feinere Ausarbeitung nahe an der Baustelle bewirken zu lassen. Sind gröfsere Steinmetzgeschäfte am Orte, wie jetzt häufig in gröfseren Städten, welche Vorräthe an unbearbeitetem Steinmaterial halten, so fällt dieses Bedenken fort und bleibt nur für kleinere Orte bestehen.

Ist es der kostspieligeren Verfrachtung wegen rathsam, die Werksteine nicht aus zu weiter Entfernung zu beziehen, so empfiehlt sich dies auch noch aus einem anderen Grunde. Wohl jedes Gestein ist von anderem verschieden in Beziehung auf Härte und Festigkeit. Wetterbeständigkeit, Schichtung, Spaltbarkeit usw. Demgemäfs bedürfen die verschiedenen Steinarten, die Steine aus verschiedenen Lagen und Brüchen verschiedener Behandlung und besonderer Vorsicht in der Bearbeitung. Eigenthümlichkeiten und Fehlerhaftigkeiten, welche am frisch gebrochenen Steine häufig nur in ganz geringen, kaum merkbaren Spuren hervortreten, sind meistens nur solchen Steinbrechern und Steinmetzen bekannt, welche seit langer Zeit mit demselben Steinmateriale umgegangen sind; sie bleiben häufig auch dem Architekten verborgen, wenn dieser nicht ganz genau mit dem Stoffe vertraut ist. Sie treten gewöhnlich erst im Zustande der Verwitterung ans Licht, demnach erst kürzere oder längere Zeit nach der Vollendung des Baues. Daher empfiehlt es sich, nur solche Steinmetzen anzustellen, die mit der Natur des zu verwendenden Steines durch langjährige Uebung vertraut sind. Die Möglichkeit, solche Arbeiter zu beschäftigen, mindert sich aber mit der Entfernung vom Steinbruche, sobald man eben die gesamte Ausarbeitung an der Baustelle bewirken läfst. Zugleich ist noch ein Umstand in Betracht zu ziehen, der mit einer allgemeinen menschlichen Schwäche in Zusammenhang steht. Da fast jeder Steinbruch neben völlig gutem auch weniger gutes Material enthält, und da stets vorauszusetzen ist, dafs bei gröfserer Entfernung der Baustelle vom Steinbruche auch die genaue Kenntnifs der Besonderheiten des Steines geringer wird, so mindert sich mit dieser Entfernung auch die Sicherheit, völlig fehlerfreies Steinmaterial zu erhalten. Berühmte und bewährte Werksteinsorten haben schon öfter, sobald sie Handelsartikel geworden waren und auf weite Entfernungen verfrachtet wurden, auch nicht unmittelbar aus dem Steinbruche auf den Bauplatz gelangten, vielfache Mängel gezeigt, während in der Nähe der Brüche, wo jeder Steinmetz und Maurer den Stein genau kennt, stets nur der beste und festeste Stoff zur Verwendung kommt. Das Flicken und Färben fehlerhafter Stellen im Steine ist zudem eine weitverbreitete und gern geübte Kunst und wird häufig mit solcher Geschicklichkeit gehandhabt, dafs der Mangel sehr schwer zu entdecken ist.

Noch sei eine kurze Bemerkung über das Verwittern der Steine gestattet. Daraufhin wirkt bekanntlich am stärksten die Durchfeuchtung mit nachfolgendem Frost. Die Ausdehnung des gefrierenden Wassers zersprengt die Wandungen der Poren, in denen es sich befindet, zunächst derjenigen, die sich nahe der Oberfläche befinden, deren Wandungen daher am schwächsten sind und unter den unmittelbaren Einflüssen der Temperaturwechsel stehen, und zumeist derjenigen, die in der Spaltungsrichtung der Schichtgesteine liegen. Daher ist es erforderlich, dafs die Schichtungsrichtung des Steines stets in der Wagerechten liege, dafs der Stein nicht „auf den Kopf" gestellt werde, damit der Regen nicht so leicht in die Schichtungsrichtung eindringen kann, in welcher der Stein am leichtesten spaltet.

In den Steinbrüchen haben stets die der Aufsenluft nahe stehenden Steinmassen, die bereits seit langer Zeit den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt gewesen sind, schon einigermafsen durch Verwitterung gelitten: man kann daher erst dann mit völliger Sicherheit darauf rechnen, in einem Steinbruche das festeste Gestein anzutreffen, wenn der Einbruch bereits tiefer in den Felsen hinein erfolgt ist. Feuchtigkeit ist überall im Gestein der Erde enthalten. Aber der Frost dringt in den mit der ganzen Erd- und Felsmasse noch in Zusammenhang stehenden Stein bei weitem nicht so bald und so tief ein, wie in das von der Erde ganz isolirte Steinstück, weil die Wärmeleitung aus dem Innern der Gesteinsmasse dies verhindert. Der ganz von der Verbindung mit der Erde losgelöste einzelne Stein zerfriert daher sehr leicht, wenn man ihn nicht durch eine Erdanschüttung mit der Erde in Verbindung hält.

Zum Schlufs endlich noch folgendes. Auch in früheren, mittelalterlichen Zeiten hat man wohl selten die ganze Dicke einer stärkeren Mauer aus regelrechten Quadern hergestellt, man hat sich meistens mit einer Quaderverblendung begnügt, die volle Mauerdicke aber aus Bruchsteinen hergestellt, die vielfach als Abfall in den Steinbrüchen gewonnen wurden. In Niederungsgegenden, die keinen Naturstein besitzen und die Quadern aus weiter Ferne beschaffen müssen, stellte man die Hintermauerung zur vollen Mauerstärke stets von Ziegeln her, die nicht nur billiger waren, sondern auch ein etwas schwächeres Mauerwerk zuliefsen, auch gröfsere Sicherheit in Bezug auf Trockenheit gewährten, denn gebrannte Ziegel sind stets trockener, als Bruchsteine, namentlich wenn diese erst kurze Zeit vorher dem Schofse der Erde entnommen worden sind. In neuerer Zeit hat man jedoch begonnen, in manchen Fällen zu dem alten Verfahren zurückzukehren, das man auch in solchen Gegenden verlassen hatte, wo Naturstein genug zu haben war. Man stellt vielfach namentlich an Kirchen, Thürmen usw., wo starke Mauern erforderlich sind, die Hintermauerung, ja wohl auch die ganze Mauer von Bruchsteinen her, weil man dies für monumentaler hält, als Ziegelmauerwerk. Es ist dagegen wohl eingewandt worden, dafs aus Bruchsteinen nicht genügend trockenes Mauerwerk herzustellen sei — keinenfalls mit Grund, sobald genügende Schutzmittel gegen

das Aufsteigen der Erdfeuchtigkeit in Anwendung kommen, und sobald guter, nicht etwa salzhaltiger und deshalb hygroskopischer Stein verwandt wird. Man sucht ein rascheres Austrocknen des Mauerwerks auch wohl durch Einmauern stehender Thonrohre aus porigem Stoffe herbeizuführen. Besser ist es jedenfalls aber, nur gehörig ausgetrocknete Bruchsteine zu verwenden, nicht unmittelbar aus dem Bruche heraus, sondern erst, nachdem sie etwa einen Sommer hindurch auf trockenem Grunde aufgesetzt gewesen sind und womöglich in einigem Wetterschutze gestanden haben.

Der Kaisersteg über die Spree bei Oberschöneweide.

Vom Prof. H. Müller-Breslau, Geh. Regierungsrath.

(Mit Abbildungen auf Blatt 12 u. 13 im Atlas.)

Gegenüber Niederschöneweide, bekannt als Station der Berliner Stadtbahn und der Berlin-Görlitzer Eisenbahn, hat sich in wenigen Jahren ein Vorort am rechten Ufer der Oberspree entwickelt, der als Gemeindebezirk Oberschöneweide eine der hervorragendsten Industriestätten der Umgebung Berlins geworden ist. Seine gestreckte Lage an einer schönen und breiten, vor einigen Jahren der Grofsschiffahrt eröffneten Wasserstrafse bot für den industriellen Grofsbetrieb derartig günstige Vorbedingungen, dafs die Allgemeine Elektricitäts-gesellschaft zu Berlin im Jahre 1896 zur Errichtung ihrer Kabelwerke und ihres Elektricitätswerkes „Oberspree", letzteres für die Versorgung der östlichen Vororte, geschritten war. Zugleich war mit der Grundrentengesellschaft, welche Oberschöneweide angelegt hatte, vereinbart worden, die noch fehlende kürzeste Verbindung mit dem Bahnhof in Niederschöneweide durch Erbauung einer Fufsgängerbrücke auf gemeinschaftliche Kosten herzustellen (Text-Abb. 1). Mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse zu beiden Seiten der Spree mufste als Uebergangspunkt gerade eine Stelle gewählt werden, wo nicht nur die erhebliche Breite von rund 175 m, sondern auch eine starke Krümmung des Flusses zu einem für die märkischen Wasserverhältnisse ausgedehnten und in seiner Ausführung nicht ganz leichten Brückenbau führten.

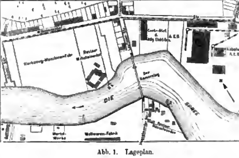


Abb. 1. Lageplan.

Die Aufsichtsbehörden hatten die Genehmigung zu dieser Anlage auf Grund eines vom Director der Grundrentengesellschaft Herrn Deul aufgestellten Vorentwurfs, welcher eine Bogenbrücke mit fünf Oeffnungen und einer gröfsten Stützweite von 65 m in Aussicht nahm, ertheilt und die Durchfahrtshöhe in der Hauptöffnung auf mindestens 7,70 m über dem Normalwasser, + 32,30, festgelegt, um dem lebhaften, hier die Spree kreuzenden Dampferverkehr die Unbequemlichkeit des Schornsteinumlegens zu ersparen. Diese Durchfahrtshöhe sollte in der Mitte des Flusses in einer Breite von mindestens 40 m vorhanden sein.

Bei dem dem Verfasser übertragenen endgültigen Entwurfe wurde, im Einverständnifs mit Herrn Director Deul und unter Zustimmung der beiden Gesellschaften, eine noch weitergehende Rücksichtnahme auf die durch die Flufskrümmung erschwerten Verkehrsverhältnisse, die vor allem einen freien Ueberblick über die Wasserstrafse forderten, ausgeübt. Die Spannweite der Mittelöffnung wurde auf 86 m, das ist die Hälfte der ganzen Flufsbreite, erhöht und die Anzahl der Strompfeiler auf zwei beschränkt, die Strompfeiler selbst aber so schlank wie möglich ausgebildet und die untere Gurtung dicht unter die Gehbahn gelegt. Die ganze Aufgabe wies nunmehr auf eine Balkenbrücke mit centrisch belasteten Strompfeilern und mit Untergurten hin, welche der Gehbahnlinie folgen. Thatsächlich nehmen die beiden Strompfeiler jetzt nur 2 v. H. der Flufsbreite ein, während beispielsweise bei der Moabiter Brücke in Berlin, die sich in ähnlicher Lage befindet, dieses Verhältnifs 13 v. H.[1]) bei der Oberbaumbrücke sogar 30 v. H.[2]) beträgt. Die Unterkante des Ueberbaues liegt ganz an den Ufern noch 4,10 m über dem Normalwasser und hebt sich in der Mitte der Brücke auf 9,70 m; selbst dicht neben den Strompfeilern ist noch eine Durchfahrtshöhe von rund 8 m vorhanden. Dieses den Schiffahrtsinteressen bewiesene weiteste Entgegenkommen war nur auf Kosten des Landverkehrs möglich; in den Seitenöffnungen mufste die Steigung 1 : 12 gewählt werden, eine über die ganze Mittelöffnung sich erstreckende Parabel von 1,60 m Pfeilhöhe verbindet diese beiden Steigungen. Der Abstieg von den Landpfeilern zu den etwa 3 m tiefer liegenden Strafsen ist der Ersparnifs langer Rampen wegen durch Schrittstufen von 1,20 m Auftritt vermittelt, um die Ueberführung von Handwagen und Fahrrädern nicht zu erschweren. Der Scheitel der Brückenbahn liegt im ganzen 9 m über den Uferstrafsen. Die Gehbahn ist zwischen den Geländern 3,50 m breit.

Anordnung der Hauptträger, Grundzüge der statischen Berechnung.

Die beiden Hauptträger erhielten die in Text-Abb. 2 dargestellte, wohl zum ersten Male ausgeführte Anordnung: sie

1) Centralblatt der Bauverwaltung, 1896, S. 14.
2) Centralblatt der Bauverwaltung, 1895, S. 527.

dürften am schärfsten als **Auslegerbalken mit einem Mittelgelenk und eingefügtem Spannbogen** zu bezeichnen sein. Wird der Spannbogen beseitigt, so liegt ein Balken auf vier Stützen vor, der infolge des in der Mitte angeordneten Gelenkes D nicht zweifach, sondern nur ein-

δ_a die Strecke, um welche sich die mit X_a belastete Feder verlängert,

δ_b den Spielraum, welche die zur Uebertragung von X_b bestimmte Schraubenverbindung in senkrechtem Sinne infolge ungenauer Ausführung besitzt,

Seitenöffnung. Mittelöffnung. Seitenöffnung.

Abb. 2. Anordnung der Hauptträger.

fach statisch unbestimmt ist; er hat in fünf Feldern auf beiden Seiten der Mittelstützen zur Vermeidung langer Diagonalen drei Gurtungen erhalten, nach dem von Gerber — dem zeitigen Altmeister der deutschen Brückenbaukunst und Schöpfer des so fruchtbaren Gedankens der Auslegerbrücke[3]) — zuerst in Mannheim bei der bekannten Strafsenbrücke geschaffenen Vorbilde. Der Anschlufs der Zwischengurtungen an die Portalpfeiler ist durch Schrauben bewirkt, welche durch längliche Löcher greifen, sodafs die in Abb. 2 mit u bezeichneten überzähligen Stäbe nahezu spannungslos bleiben. Von den vier Auflagern eines Hauptträgers ist nur das eine fest, es liegt auf dem einen Strompfeiler, die übrigen Auflager sind beweglich. Das Mittelgelenk besteht aus einer wagerechten Blattfeder und einer im wagerechten Sinne beweglich gehaltenen Schraubenverbindung zur Aufnahme der senkrechten Seitenkraft der Gelenkbelastung (Abb. 6 Bl. 13). Die Spannkraft X_a in der Blattfeder und die von der beweglichen Schraubenverbindung aufzunehmende Querkraft X_b sind als diejenigen statisch nicht bestimmbaren Gröfsen ein-

Abb. 3.

geführt worden, welche mit Hülfe der für jedes zweifach statisch unbestimmte System gültigen Elasticitätsgleichungen[4])

$$1)\quad \begin{cases} L_a + \delta_a - \delta_{at} = \Sigma P_m \delta_{ma} - X_a \delta_{aa} - X_b \delta_{ab} \\ L_b + \delta_b - \delta_{bt} = \Sigma P_m \delta_{mb} - X_a \delta_{ba} - X_b \delta_{bb} \end{cases}$$

berechnet werden müssen. Vgl. Text-Abb. 3, in welcher die beiden Dreiecksysteme I und II durch Schraffirung als steife gegliederte Scheiben gekennzeichnet sind. In den Gleichungen 1) bedeutet:

δ_m die Projection der Verschiebung des Angriffspunktes m der Last P_m auf die Richtung von P_m,

δ_{ma} den Einflufs der Ursache $X_a = -1$ auf δ_m,

δ_{mb} „ „ „ „ $X_b = -1$ „ „

3) Das mögen sich diejenigen deutschen Ingenieure merken, welche die Bezeichnungen Gerberscher Balken und Auslegerbrücke mit Fleifs vermeiden und dafür das ihnen wohl gelehrter klingende americanische „Cantilever“ gebrauchen.

4) Vgl. Müller-Breslau, Graphische Statik der Bauconstructionen, Band II, Abth. 1, Einleitung.

$\begin{pmatrix} L_a \\ L_b \end{pmatrix}$ diejenige virtuelle Arbeit, welche man erhält, wenn man die von der Ursache $\begin{pmatrix} X_a = -1 \\ X_b = -1 \end{pmatrix}$ herrührenden Auflagerwiderstände des statisch bestimmten Hauptsystems mit den Projectionen der wirklichen Verrückungen ihrer Angriffspunkte multiplicirt.

Werden die Spannkräfte S der Fachwerkstäbe auf die Form

$$S = S_0 - S_a X_a - S_b X_b$$

gebracht, wo

S_0 den von den Lasten P herrührenden Beitrag (Zustand $X_a = 0$, $X_b = 0$),

S_a den Einflufs der Ursache $X_a = -1$

S_b „ „ „ „ $X_b = -1$

bezeichnet, so ist

$$\delta_{aa} = \Sigma \frac{S_a^2 s}{EF}, \quad \delta_{bb} = \Sigma \frac{S_b^2 s}{EF}, \quad \delta_{ab} = \delta_{ba} = \Sigma \frac{S_a S_b s}{EF},$$

$$\delta_{at} = \Sigma S_a \varepsilon t s$$
$$\delta_{bt} = \Sigma S_b \varepsilon t s,$$

hierin bedeutet:

s die Länge eines Fachwerkstabes,
F den Querschnitt „ „
E den Elasticitätsmodul „ „
t die Temperaturänderung,
ε die Ausdehnungsziffer für $t = 1^0$.

Die Werthe δ_{aa}, δ_{bb}, δ_{ab} lassen sich auch als Verschiebungen (nämlich als die Wege der Belastungen X_a und X_b) deuten, welche die Belastungszustände $X_a = -1$ und $X_b = -1$ hervorbringen, sie werden im vorliegenden Falle zweckmäfsig durch Nachrechnung geprüft. Da nun die Spannkräfte S_a in zwei spiegelbildlich gelegenen Stäben der beiden Trägerhälften gleiche Gröfse und gleiches Vorzeichen besitzen, während die S_b bei gleicher Gröfse verschiedene Vorzeichen haben, so ist

$$\delta_{ab} = \delta_{ba} = \Sigma \frac{S_a S_b s}{EF} = 0.$$

Für die kurze Blattfeder durfte $\delta_a = 0$ gesetzt werden. Ebenso war es zulässig $\delta_b = 0$ anzunehmen, weil bei der Aufstellung der Brücke die Bearbeitung der zur Uebertragung von X_b bestimmten Schraubenverbindung mit besonderer Sorgfalt behandelt wurde. Der nur mäfsig beanspruchte Baugrund erwies sich als so sicher, dafs Bewegungen der Widerlager nicht zu befürchten sind, es durften mithin auch die

nur auf dem Wege der Schätzung oder der Beobachtung feststellbaren Werthe L_a und L_b gestrichen werden.

Der Einflufs einer gleichförmigen Erwärmung der Hauptträger auf die Gröfsen X_a und X_b ist nahezu = 0.

Auf eine ungleichmäfsige Erwärmung der Gurtungen brauchte wegen der sehr ungünstigen Annahmen, die hinsichtlich des Einflusses der Verkehrslast gemacht worden sind, keine Rücksicht genommen zu werden, weil die in Rechnung gestellten ungünstigen streckenweisen Belastungen durch Menschengedränge in Wirklichkeit kaum verkommen dürften. Damit fielen auch die Glieder δ_{at}, δ_{bt}.

Der Einflufs der Lasten P ist:

$$X_a = \frac{\Sigma P_m \delta_{ma}}{\delta_{aa}}, \quad X_b = \frac{\Sigma P_m \delta_{mb}}{\delta_{bb}}.$$

Hieraus folgt:

Die Biegungslinie für den Zustand $\begin{pmatrix} X_a = -1 \\ X_b = -1 \end{pmatrix}$ ist Einflufslinie für $\begin{pmatrix} X_a \\ X_b \end{pmatrix}$; Multiplicator $\begin{pmatrix} \mu = 1 : \delta_{aa} \\ \mu = 1 : \delta_{bb} \end{pmatrix}$.

Um die Biegungslinie für irgend einen Belastungszustand zu erhalten, ermittle man zuerst (beispielsweise nach dem Williotschen Verfahren) die Verschiebungen der Knotenpunkte der Fachwerkscheibe I (Text-Abb. 3), die bei B ein festes, bei A ein auf wagerechter Bahn bewegliches Lager besitzt. Hierauf schliefse man an die Scheibe I der Reihe nach die Knotenpunkte F der Kette EB durch je zwei Stäbe an, ebenso den Knotenpunkt B und bestimme die Verschiebungen dieser Punkte. Entspricht nun dem Punkte B im Verschiebungsplane der Punkt B' und setzt man an B' die Strecke $\Delta \overline{BL}$, um welche sich das Kettenglied BL verlängert, so liegt der zu L gehörige Punkt L' in dem auf ΔBL im Endpunkte dieser Strecke errichteten Lothe. Der Punkt L ist jetzt als ein in einer Geraden geführter Punkt zu betrachten, und die Scheibe II, nebst den an dieselbe angeschlossenen Punkten K, L, kann nunmehr genau so behandelt werden wie die Scheibe I. Die X_a-Linien der beiden Trägerhälften sind Spiegelbilder mit gleichem Vorzeichen, die X_b-Linien hingegen Spiegelbilder mit entgegengesetztem Vorzeichen. Die senkrechte Verschiebung des Punktes D infolge von $X_b = -1$ mufs gleich dem Werthe $\frac{1}{2}\delta_{bb} = \frac{1}{2}\Sigma\frac{S_b^2 s}{EF}$ sein. (Aufgaben über Verschiebungspläne, in denen nicht nur die landläufigen, sondern auch schwierigere Fälle behandelt werden, findet der Leser in meiner „Graphischen Statik", Band II, Abth. 1.)

Ist X_a bekannt, so sind auch die im Spannbogen auftretenden Kräfte und die Spannkräfte V in den die Scheibe II mit dem Bogen verbindenden Hängestangen gegeben, denn der Spannbogen ist das Seileck der Kräfte V.

Die nächste Aufgabe ist die Ermittlung des Widerstandes A des Endauflagers. Mit den in die Abbildung eingetragenen Bezeichnungen erhält man zur Berechnung der Einflufslinie für A die Gleichung:

$$A = \frac{\Sigma P' b' - \Sigma P'' b'' + X_a f}{l} + X_b.$$

Nun führt man durch das Kettenglied BL oder BF den Schnitt RT oder $R'T'$ findet für den Horizontalzug H der Kette EBJ den Ausdruck

$$H = \frac{\Sigma P'' b'' - X_a f - X_b l}{h_B} \text{ oder}$$

$$H = \frac{\Sigma P' b' - Al}{h_B},$$

drückt die Kräfte Z in den von der Kette ausgehenden Hängestangen durch H aus und kennt dann sämtliche an den Scheiben I und II angreifenden Kräfte.

Die Angriffspunkte für die Knotenpunkte o und u sind

$$M^o = Ax - \sum_o^x P'\xi + Hy_o,$$

$$M^u = Ax - \sum_o^x P'\xi + Hy_u.$$

Durch diese Momente lassen sich alle Stabkräfte der Scheibe I ausdrücken. Für einen links von E geführten Schnitt fallen die Glieder Hy_o und Hy_u fort. Ganz ebenso wird die Scheibe II behandelt; an die Stelle des Widerstandes A tritt die Kraft X_b und das Moment $X_a f$. Führt man den Schnitt durch den Spannbogen, so spielt $(-X_a)$ die Rolle von $(+H)$.

Die Untersuchung der Seitenöffnung gestaltet sich ganz besonders einfach, wenn man H durch A ausdrückt, weil dann die Spannkräfte S die Form

$$S = \mathfrak{S}_o - \mathfrak{S}_A A$$

annehmen, wo

$$\mathfrak{S}_o = \text{Spannkraft für } A = 0,$$
$$\mathfrak{S}_A = \quad \text{„} \quad \text{„} \quad A = -1.$$

Indem man dann die Umformung

$$S = \mathfrak{S}_A \left[\frac{\mathfrak{S}_o}{\mathfrak{S}_A} - A\right]$$

vernimmt und $\mathfrak{S}_A$ als Multiplicator einführt, kann man aus der A-Linie sämtliche S-Linien schnell mittels Ziehens weniger Geraden herleiten. Ich verweise hier auf das in meiner Graphischen Statik, Band II, Abth. I bei der Berechnung einfach statisch unbestimmter Fachwerke angewandte Verfahren und hebe nur noch hervor, dafs sich die $\mathfrak{S}_o$-Linien auch schnell mit Hülfe des kinematischen Verfahrens herleiten lassen.

Durch die vorstehende Darstellung dürfte wohl allen denen, welche die neueren Verfahren zur Berechnung statisch unbestimmter Fachwerke kennen, der einzuschlagende Weg genügend beschrieben sein; verschiedene Vereinfachungen bei der Auftragung der einzelnen Linien liegen so offen zu Tage, dafs ich es nicht für erforderlich halte, dieselben besonders darzustellen.

Linienführung der Gurtungen.

Das landschaftlich reizvolle Bild unserer schönen Oberspree legte dem Verfasser die Pflicht auf, besondere Sorgfalt auf eine gefällige Linienführung der Gurtungen zu verwenden. Die zuerst für die Gurtungen AB und BCB (Text-Abb. 2) gewählten üblichen Parabelbögen wurden rasch wieder beiseite gelegt; auch Kreisbögen und Korbbögen lieferten kein brauchbares Ergebnifs. Dagegen führte die Ueberlegung, dafs die Gurtungen AB und BCB wie ausgespannte Ketten wirken, schnell zu dem Verfahren, verschiedene Seillinien für veränderliche, vom Scheitel nach dem Kämpfer hin wachsende Lasten zu zeichnen und mit einander zu vergleichen. Dabei zeigte sich, dafs die für die Seitenöffnungen anzunehmenden Lasten weniger rasch anwachsen durften, als in der Nähe

der Kämpfer der Mittelöffnung; denn die Kette über der Seitenöffnung macht zugleich den Eindruck der Rückhaltkette für die Mittelöffnung, sie mufste deshalb in strafferer Spannung am Portal über dem Strompfeiler angreifen, während sich für die Kette BCB eine etwas stärkere Krümmung als vortheilhaft erwies. Die Ordinaten wurden auf drei Decimalstellen berechnet, die Träger sodann in grofsem Mafsstabe aufgezeichnet, und nun wurde die Zeichnung — nach Hinzufügung des landschaftlichen Hintergrundes — photographisch verkleinert. Das kleine nur 13 × 18 cm messende

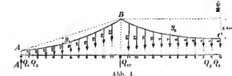


Abb. 4.

Bild zeigte die Fernwirkung und gestattete die Prüfung der Linienführung. Die Text-Abb. 4 giebt die Zahlen an, welche schliefslich gewählt worden sind. Hiernach ist die Gurtung AB das Seileck senkrechter Lasten, die sich zu einander verhalten wie die Zahlen 11, 12, 13, ... bis 21. Die Knotenpunkte der Gurtung CB liegen im mittleren Theile auf einer Parabel, hier wurde die Belastungsziffer constant = 6 angenommen; nach dem Kämpfer hin steigt die Belastung bis auf 27.

Da sich die Fläche zwischen dem Seileck und der die Aufhängepunkte verbindenden Geraden als die Momentenfläche eines einfachen Balkens deuten läfst, so kann die Berechnung der Seileck-Ordinaten y sehr schnell wie folgt durchgeführt werden.

Für die Mittelöffnung ergeben sich die von den Lasten 6, 6, . . . 27 hervorgerufenen Balkenquerkräfte (Text-Abb. 3) nach der Formel

$$Q_{m+1} = Q_m + P_m$$

zu:

$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 6 = 3$	$Q_5 = 27$	$Q_9 = 61$
$Q_2 = 3 + 6 = 9$	$Q_6 = 33$	$Q_{10} = 77$
$Q_3 = 9 + 6 = 15$	$Q_7 = 40$	$Q_{11} = 98$
$Q_4 = 15 + 6 = 21$	$Q_8 = 49$	$Q_{12} = 125.$

Die Feldlänge ist überall gleich, darf also bei der Berechnung der Momente gleich 1 gesetzt werden. Die Balkenmomente sind dann nach der Formel

$$M_m = M_{m+1} + Q_m,$$

$M_{12} = Q_{12} = 125$	$M_8 = 410$	$M_4 = 531$
$M_{11} = 125 + 98 = 223$	$M_7 = 450$	$M_3 = 516$
$M_{10} = 223 + 77 = 300$	$M_6 = 483$	$M_2 = 555$
$M_9 = 300 + 61 = 361$	$M_5 = 510$	$M_1 = 558.$

Nun verhalten sich die Seileck-Ordinaten y zu einander wie die entsprechenden Momente M. Nach Wahl von $y_1 = 8,4$ m ergab sich

$y_2 = 8,4\,\frac{555}{558} = 8,355$ m	$y_5 = 7,677$	$y_9 = 5,434$
$y_3 = 8,4\,\frac{546}{558} = 8,219$ m	$y_6 = 7,271$	$y_{10} = 4,516$
$y_4 = 8,4\,\frac{531}{558} = 7,994$ m	$y_7 = 6,774$	$y_{11} = 3,357$
	$y_8 = 6,172$	$y_{12} = 1,882.$

Ich habe die vollständige Zahlenrechnung für die Mittelöffnung hier niedergeschrieben, weil ich hoffe, manchem Fachgenossen damit einen kleinen Dienst zu erweisen. Das ganze Verfahren geht schnell von statten.

In ähnlicher Weise wird auch die Seitenöffnung behandelt. Man berechnet zuerst den linken Auflagerwiderstand A des mit den Werthen 11, 12, 13, ... 21 belasteten Balkens und findet

$$Q_1 = A = \tfrac{1}{12}\,(21 + 2 \cdot 20 + 3 \cdot 19 + \ldots\ldots + 11 \cdot 11)$$
$$Q_2 = A - 11,\quad Q_3 = Q_2 - 13,\ \text{usw.}$$
$$M_1 = Q_1,\quad M_2 = M_1 + Q_2,\ \text{usw.}$$

Nach Verfügung über y_7, welches gleich 2,670 angenommen wurde, ergab sich

$$y_m = y_7\,\frac{M_m}{M_7}.$$

Die Zwischengurtungen sind nach Parabeln geformt; auch der Spannbogen wurde mittels der Parabelgleichung (Text-Abb. 3)

$$\eta = f\left(1 - \frac{x^2}{e^2}\right)$$

festgelegt.

Die Einführung von Kettenlinien für nach den Kämpfern hin wachsende Lasten dürfte auch in manchen anderen Fällen bei der Bestimmung der Linienführung nützlich sein. Es sei deshalb noch auf die einer stetigen, nach dem Gesetze (Text-Abb. 5)

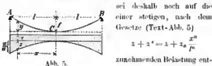


Abb. 5.

$$z + z' = z + z_a\,\frac{x^n}{l^n}$$

zunehmenden Belastung entsprechende Kettenlinie aufmerksam gemacht. Die Belastungsfläche besteht hier aus einem Rechteck und zwei von Parabeln $n$ter Ordnung begrenzten Theilen. Wird der Horizontalzug der Kette mit H bezeichnet, so lautet die Differentialgleichung dieser Linie

$$H\,\frac{d^2y}{dx^2} = z + z_a\,\frac{x^n}{l^n};$$

ihre Integration liefert, da sowohl $\frac{dy}{dx}$ als auch y für $x = 0$ verschwinden müssen:

$$Hy = z\,\frac{x^2}{2} + z_a\,\frac{x^{n+2}}{(n+1)(n+2)\,l^n}$$

und für $x = l$

$$Hf = z\,\frac{l^2}{2} + z_a\,\frac{l^2}{(n+1)(n+2)},$$

also

$$\frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2}\;\frac{1 + 2\,\frac{z_a}{z}\,\frac{x^{n+2}}{(n+1)(n+2)\,l^{n+2}}}{1 + 2\,\frac{z_a}{z}\,\frac{1}{(n+1)(n+2)}}.$$

Diese Gleichung hat die Form

$$\frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2}\;\frac{1 + \varepsilon\,\frac{x^m}{l^m}}{1 + \varepsilon},$$

wo ε und m Zahlen sind, denen nun probeweise verschiedene Werthe beigelegt werden können.

Einzelheiten. Windverband.

Die wichtigsten Einzelheiten sind auf Bl. 13 dargestellt worden und bedürfen kaum noch ausführlicher Erläuterung. Das Mittelgelenk (Abb. 6 Bl. 13) ist bereits bei der Aufstellung der Elasticitätsgleichungen besprochen worden. Abb. 5 Bl. 13

zeigt das bewegliche Auflager über dem Strompfeiler und den Anschlufs der Ketten sowie der Scheiben I und II (Abb. 3 Bl. 13) an den Portalständer. In Abb. 4 Bl. 13 ist das bewegliche Auflager auf dem Landpfeiler angegeben, die Verankerung ist durch das Auftreten negativer Auflagerwiderstände bei ausschliefslicher Belastung der Mittelöffnung geboten. Zwischen der Ankerschraube und dem Consol, an dem der Anker angreift, befindet sich ein Kugellager.

Wo die Höhe des Trägers es gestattete, wurde ein oberer Querverband, aus Riegeln mit Kreuzquerschnitt (Abb. 1 Bl. 13) und Rundeisendiagonalen angebracht, da wegen der Beschränkung der Constructionshöhe des Gehweges auf ein Mindestmafs, kräftige Eckversteifungen zur Erzielung tragfähiger Halbrahmen von gröfserer Höhe nicht angebracht werden konnten. Die seitliche Steifigkeit der Gurtungen des offenen Theiles der Brücke wurde sehr eingehend untersucht. Kröpfungen sind sorgfältig vermieden worden; an den beiden Stellen, wo sie nicht zu umgehen waren (Abb. 5 u. 6 Bl. 13), wurden keilförmige Futter eingelegt. Die zulässige Beanspruchung des Flufseisens wurde unter Annahme einer Belastung durch Menschengedränge von 500 kg/qm [5]) auf $\sigma = 1200$ kg/qcm festgesetzt. Tritt Winddruck von 125 kg/qm hinzu, so wächst σ_{max} bis 1400 kg/qcm. Die Lagertheile sind aus Stahl, die Anker aus Flufseisen hergestellt, letztere wurden verzinkt. Die Gehbahn (Abb. 12 Bl. 13) besteht aus 6 cm starken kiefernen Querbohlen auf schräg liegenden Unterlagsbohlen. Längsträger und Querträger sind gewalzte I Eisen; unter jedem Querträger ist eine hängende Winkeleisengurtung zur Aufnahme einer Reihe von Kabeln angebracht.



Abb. 7.

Der Windverband (Text-Abb. 6) hat steife Halbdiagonalen erhalten, die in jedem Felde ein Parallelogramm bilden. Es ergeben sich bei dieser Anordnung nicht nur kurze freie Längen der auf Knickfestigkeit zu berechnenden Windschrägen,

Abb. 6.

sondern es werden auch die freien Längen der in der Nähe der Mittelstützen stark auf Druck beanspruchten Untergurtstäbe in wagerechtem Sinne halbirt.[6]) Infolge dessen konnte die untere Gurtung aus hochkant stehenden ungleichschenkligen Winkeleisen mit einer erheblichen Gewichtsersparnifs ausgeführt werden. Die Abzählung der Stäbe in der in Abb. 6 dargestellten gegliederten Scheibe lehrt, dafs noch ein Stab fehlt, die Scheibe wird steif, wenn noch der Stab AB hinzugefügt wird. Daraus folgt, dafs der Windverband mindestens an zwei Stellen (z. B. A und B) mit dem in der Mitte der Brücke liegenden Längsträger verbunden werden mufs. Ich zog es vor, zur Erzielung einer recht steifen Windverstrebung die Windschrägen mit allen sie kreuzenden Längsträgern fest zu vernieten.

Die Bauausführung.

Der gute Baugrund liegt nicht sehr tief und besteht aus scharfem Sand und Kies. Es wurden deshalb die Pfeiler auf Beton zwischen Spundwänden gegründet. Unter den Strompfeilern liegt die Betonsohle auf + 28,90; die Baugruben hatten nur 2,50 m Breite und 8 m Länge, die Baggerung erfolgte mit Handbaggern. Die gröfste Belastung des Baugrundes beträgt hier kaum 3 kg/qcm. Bei den Landpfeilern, welche nur 6 m Länge haben, konnte der Erdaushub zwischen den Spundwänden unter geringer Wasserhaltung trocken bewirkt werden; das Betonbett liegt hier höher, und die Pressung

5) Die Annahme von 400 kg/qm hätte auch genügt.

6) Ich habe dieses Fachwerk mit einer geringen Aenderung an dem einen Ende bereits 1895 in grofsem Umfange bei der Rüstung des Berliner Domes angewandt und bin wegen der geringen Knicklängen sämtlicher Stäbe mit sehr geringen Holzstärken ausgekommen. In einem besonderen Aufsatze werde ich hierüber nähere Mittheilungen machen.

des Baugrundes ist noch geringer. Strom- und Landpfeiler sind aus Klinkern in Cementmörtel hergestellt; die Stirnseiten sind mit Striegauer Granit, die über Wasser liegenden Langseiten mit rothen Verblendklinkern aus der Ziegelei Sauen bei Eberswalde verblendet. Die Strompfeiler wurden in den einfachsten Formen ohne Profilirung ausgeführt und mit Vorköpfen ohne seitliche Vorsprünge versehen, wodurch alle der Beschädigung so leicht ausgesetzten rechtwinkligen Pfeilerkanten in der Höhe der Schiffskörper fortfielen; sie erhielten unter den auf quadratischer Grundfläche errichteten, nach den Lagerstühlen zu abgerundeten Auflagersteinen nur 1 m Breite. Die Landpfeiler tragen als Brückenabschlufs Granitpostamente, die den Obergurt der Eisenconstruction überragen und nach unten als Pfeilervorsprung mit Granitverkleidung vor die mit rothen Klinkern verblendeten Mauerstirnen treten. Diese sind fast in der ganzen Länge der Absteigrampe fortgeführt, jedoch nur auf einzelnen Pfeilern gegründet, zwischen denen sichtbar die Stirnbögen sich wölben. Unter den letzteren tritt die Böschung der Rampenschüttung frei hervor.

Die Ausführung des Unterbaues, einschliefslich der Materiallieferungen, wurde an die Firma Ph. Holzmann u. Co. in Frankfurt a. M. vergeben und im Herbst 1897 im wesentlichen vollendet. Zu gleicher Zeit war die Herstellung des eisernen Ueberbaues im Gesamtgewicht von 160 Tonnen der Firma Aug. Klönne in Dortmund übertragen worden, sodafs im Frühjahr 1898 mit der Aufstellung begonnen werden konnte. Wegen des lebhaften Schiffsverkehrs an der in der Flufskrümmung liegenden Baustelle empfahl es sich, vom Einbau einer festen Rüstung abzusehen und die Brücke schwimmend einzufahren. Nur in der Mitte des Flufsbettes wurde ein fünfter Stützpunkt durch Errichtung eines 2 m breiten Holzpfeilers geschaffen. Mit Rücksicht auf die örtlichen Zufuhr- und Bauplatzverhältnisse mufste die gesamte Eisenconstruction auf dem rechten Spreeufer in vier einzelnen Theilen zusammengebaut werden, und zwar zuerst die rechte Seitenöffnung einschliefslich der Querconstruction und des zugehörigen hohen Portales, daneben die linke Seitenöffnung und in weiterer Folge die rechte und die linke Hälfte der Mittelöffnung, letztere beiden ohne den Spannbogen und die an diesem angreifenden Hängestangen. Die einzelnen Theile sind dann in folgender Weise eingefahren worden. Auf zwei etwa 20 m von einander entfernten Spreekähnen waren in deren Mitte portalartige Gerüste errichtet, die sowohl nach den Schiffsenden wie unter einander kräftig versteift waren. Durch diese Portale wurden die zum Einfahren fertigen Brückenviertel vom Lande aus, auf Schienen rollend, so weit auf die Kähne geschoben, dafs sie zu gleichen Theilen, etwa 10 m, über die Borde überstanden. Das so verbundene und belastete Doppelfahrzeug wurde nun vor die betreffende Oeffnung gefahren, die Eisenconstruction mittels Flaschenzügen etwas über die Lagerhöhe gehoben und der Sicherheit halber mittels Kreuzlagern unterbaut. Schliefslich wurde das Fahrzeug in die Oeffnung selbst gebracht, sodafs die Lagertheile genau über einander standen, und der Brückenabschnitt gesenkt. Das Einfahren und Aufbringen der schweren Last beanspruchte nur wenig Zeit, zuletzt nicht mehr als einen Tag. Zeitraubend war nur, dafs die Rüstung auf der einen Seite wieder abgebaut werden mufste, um das Fahrzeug unter der Brücke wieder hervorziehen zu können, und dafs, bevor das nächste Brückenviertel eingefahren werden konnte, zunächst der Aufbau der hohen Rüstungen wieder sicher gestellt werden mufste. Die Aufstellung hätte weniger Zeit erfordert, wenn die Hebung des Ueberbaues nicht mit an dem Portalgerüst hängenden Flaschenzügen, sondern von unten mittels Wagenwinden erfolgt wäre. Auch hätte sich das hohe Portal — bei entsprechender Gestaltung des Knotenpunktes 13 (Abb. 5 Bl. 13) — erst nach dem Einfahren der Seitenöffnung aufstellen lassen. Die Bewegung der seitlichen Brückenviertel wäre dann eine viel leichtere gewesen.

Nach Einfahren des letzten Brückenviertels wurde das ganze Eisenwerk ausgerichtet, und das Mittelgelenk sowie der Spannbogen eingebaut. Das Einziehen der zu überführenden Leitungskabel, das Aufbringen des Bohlenbelages, des Geländers, die Herstellung der elektrischen Brückenbeleuchtung, welche durch drei Bogenlampen und eine Anzahl Glühlampen erfolgt, und der Signalbeleuchtung für die Schifffahrt erforderte noch einige Zeit, bis am 1. October 1898 die Brücke dem Privatverkehr der Elektricitätswerke übergeben werden konnte. Anfang November ging sie in den Besitz der Gemeinde Oberschöneweide als öffentlicher Verkehrsweg über. Die gesamten Kosten, einschliefslich aller Nebenarbeiten, haben rund 110 000 ℳ betragen.

Zum Schlufs habe ich noch die angenehme Pflicht zu erfüllen, meinem ersten Assistenten, Herrn Privatdocent und Regierungs-Baumeister C. Bernhard, für die mir bei der Bearbeitung der Einzelheiten der Eisenconstruction, dem Entwerfen der Pfeiler und bei Ausübung der Bauleitung gewährte Unterstützung meinen Dank auszusprechen.

Der Dampfbagger „Persante“ der Hafenbauinspection Kolbergermünde.

(Mit Abbildungen auf Blatt 14 im Atlas.)

Zur Erhaltung der erforderlichen Tiefe im und vor dem Hafen von Kolbergermünde ist im Jahre 1891 ein Eimerbagger mittlerer Gröfse beschafft, der zwar in einigen Einzelheiten nicht mit den neuesten Einrichtungen versehen ist, sich jedoch bisher gut bewährt und durchaus befriedigende Leistungen gezeigt hat.

Für die Bauart und Einrichtung des Baggers war vor allem die Forderung gestellt, dafs er imstande war, auch bei einiger Dünung zu arbeiten, um jederzeit die zeitweilig in der Hafeneinfahrt und im Seegatt eintretenden Verflachungen möglichst schnell beseitigen zu können. Im übrigen waren für die Bearbeitung des Entwurfs die örtlichen Verhältnisse des Hafens mafsgebend*), besonders auch dessen geringe Ausdehnung, weshalb von einer selbständigen Fort-

*) s. Baugeschichte des Hafens von Kolberg, Jahrgang 1899, S. 258 ff. d. Ztschr.

bewegung mittels Schiffsschrauben abgesehen werden konnte, und es genügte, zu diesem Zwecke ein mit Dampf betriebenes Tauspill vorzusehen.

Die allgemeine Anordnung des Baggers erhellt aus den auf Bl. 14 gegebenen Abbildungen. Das Schiffsgefäfs ist 25,75 m über Deck lang, 7,2 m breit und von Oberkante Bodenstück bis Unterkante Deck 2,75 m hoch. Der Tiefgang beträgt 1,13 m. Die Aufsenplatten sind an den Seitenwänden 8 mm, im Gang in der Wasserlinie und im Boden 10 mm stark. Die Spanten mit 540 mm weitem Abstand bestehen aus Winkeleisen von 52 × 68 × 8, die Deckbalken aus Winkeleisen von 100 × 70 × 10 mm. Diese sind mit den Spanten durch Kopfstücke von 300 × 300 × 10 mm Stärke mit dem rings um das Gefäfs laufenden Deckstringer von 300 × 10 mm verbunden. Zwei auf diesem liegende Winkeleisen von 60 × 60 × 6 mm bilden den Wasserlauf. Jeder Spant trägt ein Bodenstück 260 × 6 mm, welches oben mit einem 50 × 50 × 6 mm starken Winkeleisen besäumt ist. Rings um das Schiffsgefäfs laufen zwei von 60 × 60 × 6 mm starken Winkeleisen getragene Reibhölzer aus 160 × 80 mm starkem Eichenholz, die in Abständen von 2 m durch Querfender verbunden sind. Das Deck besteht aus 60 mm starken Planken, die an allen Stellen, wo schwere Gegenstände wie Winden usw. stehen, durch 6 mm dicke eiserne Platten verstärkt sind. Ungefähr in der Mitte des Schiffes, wo der Schlitz der Eimerleiter aufhört, ist ein wasserdichtes Schott angeordnet, welches den Raum in drei wasserdichte Abtheilungen trennt. Davon dienen die zu beiden Seiten des Schlitzes liegenden Räume zur Unterkunft für die Besatzung, während der gröfsere übrige Raum die Maschine und die Kohlenbunker aufnimmt (Abb. 4 Bl. 14). Die gröfste Baggertiefe beträgt 6 m. Die 18 m lange Eimerleiter ist in dem 1,3 m weiten Schlitz derart angeordnet, dafs die Vorderkante der Eimer bei einer Baggerung auf 2 m Tiefe um 2 m vor das Schiff vortritt. Sie ist oben auf dem Mittelbock in einem senkrechten, 0.3 m weitem Schlitz gelagert und läfst sich in diesem durch eine geeignete Vorrichtung herunterführen, wodurch ein Nachspannen der Eimerkette ermöglicht wird. Die Baggereimer schütten nach beiden Seiten abwechselnd durch die von Krahnen getragenen Modderrinnen nahezu in die Mitte der 3,5 m breiten Prähme. Als Antrieb dient eine stehende Verbundmaschine von 220 und 420 mm Cylinderdurchmesser und 300 mm Hub mit Oberflächencondensation. Sie indicirt bei einer Kesselspannung von 8 Atmosphären und 120 Umdrehungen in der Minute 50 Pferdestärken. Der Hochdruckcylinder hat eine bei vollem Gange verstellbare Ridersche Expansionsschiebersteuerung, während der Niederdruckcylinder durch einen einfachen Muschelschieber gesteuert wird.

Aufser dem üblichen Zubehör hat die Maschine ein Drosselventil, eine Speisepumpe, Lenzpumpe, Indicatorvorrichtung und directen Dampfschieber für den Niederdruckcylinder, um bei jeder Kurbelstellung ein leichtes Angehen bewirken zu können. Der Dampfkessel von 30 qm Heizfläche und 8 Atmosphären Ueberdruck ist nach Art der liegenden Schiffsröhrenkessel gebaut und ist 2,4 m lang bei 1,82 m Durchmesser. Die Feuerung liegt in einem Flammrohre von 0,78 m lichter Weite und 1,93 m Länge. Daran schliefst sich die Feuerbuchse, von welcher die Heizgase durch 52 schmiedeeiserne Rohre nach vorn zurückkehren, um durch den Schornstein zu entweichen. Der Kessel sowie die Cylinder sind gegen Abkühlung durch Filz und Blechmäntel geschützt. Aufser der Maschinenspeisepumpe ist als zweite Speisevorrichtung eine Dampfpumpe vorhanden, von 55 mm Pumpencylinderdurchmesser, 80 mm Durchmesser des Dampfcylinders und 80 mm Hub. Die Maschinenspeisepumpe saugt aus dem Condensator und drückt in den Kessel, während die Dampfpumpe aus der Bilge und dem Wasserbehälter saugen kann und entweder den Kessel speist oder Wasser zum Waschen an Deck liefert. Ferner dient eine Handpumpe zum Füllen des Kessels und zum Lenzen. Alle Dampfleitungen sind aus Kupfer, die Ventile aus Gufseisen gefertigt mit Kegel und Sitzen aus Rothgufs.

Die Eimerleiterwinde E steht unter Deck neben der Betriebsmaschine. Ihre Kette läuft durch ein dreifaches Scherzeug, welches beweglich an einer Console an dem Vorderbock hängt, über Rollen unter dem Fufsboden des Mannschaftsgehäuses zur Windetrommel W. Diese wird für gewöhnlich durch die Maschine angetrieben, wobei das Ein- und Ausrücken der Keilräder vom Stande des Baggermeisters aus bewirkt wird, kann aber im Nothfalle auch durch zwei Mann mittels Handkurbeln bewegt werden. Die in der Nähe der Schüttrinne auf dem Deck angebrachte Vorderwinde V besteht aus einem wagerechten Tauspillkopf, welcher von der Hauptwelle durch Riemen, Schnecke und Schneckenrad angetrieben wird. Das Ein- und Ausrücken geschieht durch lose und feste Scheibe. Die Seitwärtsbewegung des Fahrzeuges erfolgt durch Warptrommeln T, über welche nach vorn und hinten je zwei Seitentaue laufen. Die Trommeln sitzen neben den Mittelböcken auf Deck frei auf einer ebenfalls durch Schneckentrieb bewegten Welle. Das zum Verholen des Baggers nach rückwärts dienende Spill S steht auf dem Hinterschiff und kann sowohl von der Maschine mittels Riemens auf loser und fester Scheibe und Kegelradübersetzung als auch von Hand angetrieben werden. Die Geschwindigkeit der Seitentaue beträgt 3,5 m, der Vordertaue 1,0 m und diejenige des Taues zum Verholen 14,0 m in der Minute.

Die obere Turaswelle ist mit Rücksicht auf den äufserst schwer schüttenden Seeboden so hoch gelegt, dafs die Vorderkante der Turasscheibe noch 0,15 m in den Schütttrichter ragt und die Eimer auch bei schnellem Gange Zeit genug zum Ausschütten haben. Der unmittelbar auf dem Schiffsboden aufgelagerte Bock, welcher das obere Vorgelege trägt, wird gegen seitliche Schwankungen durch die als kräftige Träger ausgebildeten festen Theile der Schüttrinnen gestützt. Diese gehen ebenfalls bis zum Schiffsboden herunter und sind mit der Aufsenhaut fest verbunden. Der obere Turas, passend für die 600 mm langen Schaken, ist aus einem Gufsstahlstück mit auswechselbaren Platten hergestellt. Das mit Pfeilzähnen versehene Hauptstirnrad sowie das zugehörige kleine Triebrad bestehen ebenfalls aus Gufseisen, während das zweite grofse Stirnrad auf der Vorlegewelle Holzkämme und das hierzu gehörige Triebrad Eisenzähne haben. Die Eimerrücken mit Doppelschaken sind aus je einem Stück Stahlgufs gebildet.

Für die Berechung der Maschinenstärke ist die mechanische Arbeit zu Grunde gelegt, welche erforderlich ist, um in der Stunde 60 cbm Seesand aus der Tiefe von 0 m über

den 8,7 m über der Wasserlinie befindlichen Turas zu heben. Wird das Gewicht des Seesandes zu 1800 kg für das cbm angenommen, berechnet sich die erforderliche Maschinenkraft aus $\frac{60\,[(1800-1000)\,6+1800\cdot 8{,}7]}{60\cdot 60\cdot 75}$ zu 4,55 effectiven oder 5,23 indicirten Pferdestärken. Thatsächlich indicirt die Maschine, wie schon gesagt, 50 Pferdestärken, sodafs ihre Kraft selbst dann ausreicht, wenn der gesamte zu überwindende Widerstand einschliefslich der Arbeit des Grabens im festgelagerten Seeboden, Ueberwindung der Reibungen und der zur Bewegung des Baggers erforderlichen Kraft etwa dem Zehnfachen der vorstehend berechneten Leistung gleichkommt. Die obere vierkantige Turaswelle macht bei einer Kettengeschwindigkeit von 200 mm i. d. Secunde und 600 mm Sehnenlänge $\frac{200\cdot 60}{4\cdot 600}=5$ Umdrehungen in der Minute, wobei 10 Eimer zum Ausschütten kommen. Jeder Eimer mufs daher $\frac{60000}{60\cdot 10}=100$ Liter Inhalt haben. Bei der Annahme, dafs die Eimer etwa zu 7 Zehnteln gefüllt sind, haben sie eine Gröfse von 140 Liter erhalten.

Der Bagger hat nachträglich eine für Seebagger sehr empfehlenswerthe Einrichtung erhalten, welche den Zweck hat, bei plötzlich eintretendem Unwetter im Falle des Reifsens der Leiterkette, oder wenn die Maschine versagt, die Leiter schnell aus dem Grunde heben zu können. Deswegen ist auf der erhöhten Plattform am Vorderschiff ein starkes Pumpspill P mit an der Leiter befestigten Nothketten angeordnet.

Der Bagger, welcher, wie schon erwähnt, den gehegten Erwartungen gut entspricht, ist auf der Stettiner Maschinenbauanstalt und Schiffsbauwerft, Actiengesellschaft, vormals Möller und Holberg, gegenwärtig: Oderwerke in Grabow erbaut. Die Kosten für das Fahrzeug und die Maschinen betrugen 85000 ℳ, wozu für die Ausrüstung noch 6200 ℳ kamen. Die Besatzung besteht aus dem Baggermeister, dem Maschinisten, dem Steuermann, dem Heizer und fünf Matrosen. An Betriebskosten erfordert der Bagger bei elfstündiger Arbeitszeit täglich für 800 kg Kohlen 14,40 ℳ und 3,25 ℳ für Schmiermittel und Putzwolle. Die durchschnittliche tägliche Leistung bei gewöhnlichen Verhältnissen beträgt 900 cbm, ausnahmsweise sind jedoch schon bis zu 1200 cbm geleistet worden.

Das Gifhorner Moor und die Ausführung der Nebenbahn Uelzen—Triangel.

(Mit Abbildungen auf Blatt 15 im Atlas.)

Durch Gesetz vom 8. Juni 1897 wurde die preufsische Staatsregierung zum Bau einer vollspurigen Nebenbahn von Uelzen über Wittingen nach Triangel ermächtigt und die Königliche Eisenbahn-Direction Magdeburg vom Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten mit der Ausführung beauftragt.

Der Leser dieser Zeitschrift würde wohl kaum etwas über den Bau dieser in flacher Gegend ohne erhebliche Wasserläufe sich hinziehenden Eisenbahn vorgeführt bekommen, da die Ausführung die Kunst und das Wissen des Ingenieurs im allgemeinen nur mäfsig berührt, wenn nicht bei der aus später näher erörterten Gründen gewählten Linienführung das grofse Gifhorner oder Westerbecker Moor in voller Breite durchschnitten und bei der Ausführung dieses Theiles der Linie ein Verfahren angewandt worden wäre, das das Interesse des Ingenieurs in Anspruch zu nehmen wohl berechtigt sein dürfte.

Linienführung.

Wie aus dem Uebersichtsplan (Abb. 3 Bl. 15) ersichtlich ist, kamen für die in Rede stehende Bahn von dem Dorfe Wahrenholz ab zwei Linienführungen in Frage. Die eine schwenkt südöstlich von dem Dorfe Wahrenholz nach Westen ab und führt unter Vermeidung des Moores an den Ortschaften Westerholz, Wesendorf, Kästorf und Gamsen vorbei unmittelbar nach dem Bahnhofe Gifhorn; die zweite verläuft in südlicher Richtung, durchschneidet das Gifhorner Moor in voller Breite und mündet in die Haltestelle Triangel ein. Trotzdem die Durchschneidung des Moores auf eine Länge von über 7 km nothwendig war, entschlofs man sich doch, der Ausführung die letztere Linienführung zu Grunde zu legen.

Entscheidend fiel hierbei der mit der neuen Bahnlinie in diesem Theil verfolgte Zweck ins Gewicht, das zum grofsen Theil aus vorzüglichem Brenntorf bestehende Moor aufzuschliefsen. Dieser Zweck wäre nicht erreicht worden, wenn die Linie Wahrenholz—Kästorf—Gifhorn zur Ausführung gelangte, weil in diesem Falle die für die Torfabfuhr zu errichtende Haltestelle (Kästorf) vom Mittelpunkt des Torfgewinnungsgebietes weiter abgelegen hätte, als die bereits bestehende Haltestelle Triangel. Aufserdem kam hinzu, dafs die Baulänge der Linie Wahrenholz—Kästorf—Gifhorn $5^1/_2$ km länger war, als die der Linie Wahrenholz—Triangel, was einem Mehrkosten-Aufwande von mindestens 300000 ℳ entsprochen hätte, und dafs auch die Betriebslänge sich um $2^1/_2$ km gröfser stellte. Schliefslich fiel noch nicht am geringsten der Umstand ins Gewicht, dafs durch Ausbau der Linie Wahrenholz—Kästorf—Gifhorn die bereits bestehende Bahn Gifhorn—Triangel dauernd zur Sackbahn verurtheilt worden wäre.

Nachdem der allgemeine Verlauf der Linie festgelegt war, handelte es sich zunächst darum, ihre Lage im einzelnen zu bestimmen und sich sodann über die Art der Ausführung schlüssig zu werden. Bevor hierauf näher eingegangen wird, ist zum leichteren und besseren Verständnifs eine kurze Beschreibung des Gifhorner Moores bezüglich seiner Lage, Gröfse, Tiefe, sowie seiner Eigenart und seiner Ausnutzung nothwendig.

Beschreibung des Moores.

Das Gifhorner Moor ist weniger wegen seiner Ausdehnung, als wegen seines Reichthums an vorzüglichem Brennmaterial, seiner Ausbeutungsfähigkeit und seiner Lage in der Nähe grofser Verkehrsstrafsen und gewerbereicher Städte, wie Braunschweig, Hannover, Magdeburg, von der hervorragendsten volkswirthschaftlichen Bedeutung für die Provinz Hannover. Bei Anlage einer Eisenbahn durch das Moor

handelte es sich somit nicht um eine sogenannte „Nothstandsbahn“, veranlafst durch den Hülferuf einer verkümmerten und verarmten Bevölkerung, sondern darum, eine bereits zum Theil (durch die Linie Gifhorn—Triengel) erschlossene Quelle nationalen Reichthums noch weiter der Industrie und dem Ackerbau zu erschliefsen.

a) Lage, Gröfse und Tiefe. Ueber die geographische Lage des Moores giebt der Uebersichtsplan in Abb. 3 Bl. 15 genügend Auskunft. Seine Gesamtgröfse beläuft sich auf rund 56 qkm (also eine deutsche Quadratmeile), die gröfste Breite beträgt etwa 7,5 km. Die Tiefe des Moores ist sehr verschieden, geht jedoch an keiner Stelle über 4,50 m hinaus; im Zuge der Bahnlinie beträgt sie an der tiefsten Stelle 4 m (Abb. 1 Bl. 15).

b) Untergrund. Der Untergrund des Moores zeigt durchweg Sand, der an den Rändern ein grobkörniges Gefüge hat, in der Mitte aber aus feinkörnigem Triebsand, durchzogen von etwas gröberen Sandschichten, besteht. Für den Bahnbau war dabei von besonderer Bedeutung, dafs die Oberfläche des Sandes, abgesehen von kleinen Unebenheiten, recht eben verläuft und die Tiefe des Moores nicht sprungweise wechselt. In der Bahnlinie hat die Unterkante des Moores von der Ise bis Station 445 etwa ein Gefälle von 1 : 5000, während sie von dort bis zur Haltestelle Triangel wagerecht verläuft.

c) Beschaffenheit und Lagerung des Torfes. Der Torf des Gifhorner Moores ist hauptsächlich durch Vermoderung der vorzüglichsten Torfbildner, der sogenannten Torfmoose (Sphagnen, Hypnen, Algen, sowie Erika, Wollgräser, Binsen und Schilf), entstanden. Die oberste Schicht bildet fast durchweg der vorzüglich aus Sphagnen entstandene sogenannte „rothe oder Fuchstorf“, eine faserige, noch unfertige Torfmasse, die in neuerer Zeit in ausgedehntem Mafse (besonders durch die Norddeutsche Torfmoor-Gesellschaft) mit geeigneten Zerreifsmaschinen zu dem bekannten Torfmull verarbeitet wird; die bei der Herstellung des Torfmulls sich ergebenden Abfälle finden wegen ihrer grofsen Aufsaugefähigkeit, besonders in strohermen Jahren, ausgedehnte Verwendung als Streu in den Viehställen. Unter dem Fuchstorf steht bald tiefer, bald flacher der vollkommen vermoderte, hauptsächlich aus Erika entstandene schwarze Brenntorf, dessen Hauptbestandtheil der sogenannte „Specktorf“ bildet. Die Mächtigkeit der Schichten der beiden Torfarten in der Bahnachse ist im Höhenplan (Abb. 1 Bl. 15) durch die gestrichelte Linie kenntlich gemacht; diese Linie war für die Bauausführung insofern von Bedeutung, als sie, wie weiter unten ausgeführt, die Begrenzung des ersten Bauabschnittes bildete.

d) Ausbeutung. Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde das Gifhorner Moor von den umliegenden Gemeinden lediglich als Viehweide und zum Torfstich für den Haushaltungsgebrauch benutzt.*) Die sogenannte „Brandcultur“ war daselbst noch unbekannt und damit die Möglichkeit noch nicht gegeben, das Moor zur Beackerung zu benutzen. In dem darauf folgenden Jahrzehnt liefs die hannoversche Regierung, welcher ein grofser Theil des Moores gehörte, einen mit Schleusen versehenen, in die Aller mündenden Canal zur Entwässerung des Moores und zur Verschiffung des Torfes nach Gifhorn anlegen und einen Torfstich unter Aufsicht eines Moorvogts betreiben. Dieser Torfstich erforderte jedoch wegen der ungenügenden Entwässerung des Moores, der beschwerlichen Gewinnung des Torfes und des fehlenden Absatzes jährliche Zuhufsen, sodafs sich die Regierung im Jahre 1797 zu dem in damaliger Zeit beliebten und im Bremer Gebiet mit glücklichem Erfolge durchgeführten Verfahren der Gründung von Moorcolonieen entschlofs. Zu diesem Zwecke wurde das Moor auf eine Länge von 5 km von Norden nach Süden mit einem schiffbaren Canale durchzogen und auf beiden Seiten Fahrdämme angelegt. Ost- und westwärts von diesen Dämmen wurden Moorflächen für die einzelnen Colonate, und zwar für jedes 50 hann. Morgen, 140 m breit und 850 m lang, ausgeschieden; der westlich gelegene Theil der Gesamtcolonie erhielt den Namen Pietendorf (nach dem Namen des Oberamtmanns Plate, welcher die Gründung der Colonie vorgeschlagen hatte) und der östlich gelegene den Namen Neudorf. Schon bald nach der Gründung waren 53 Anbauerstellen an Einwanderer aus den verschiedensten Gegenden vergeben.

Leider blieb die weitere Entwicklung weit hinter den Erwartungen zurück, obgleich den Colonisten während der ersten 20 Jahre vollständige Lasten- und Abgaben-Freiheit gewährt, ja sogar Bauholz für die Wohn- und Wirthschaftsgebäude und Saatgetreide zum Ackerbau nach dem Brandculturverfahren unentgeltlich gewährt wurde. Im Jahre 1817 war es so weit gekommen, dafs die gesamte Bevölkerung der bittersten Armuth und dem tiefsten Elende preisgegeben war, sodafs selbst die örtliche Behörde der Regierung die Aufhebung der Colonie und die Verpflanzung der Einwohner in eine andere Gegend vorschlug. Die Gründe, welche das Emporkommen der Colonie vereitelten, lagen hauptsächlich in der durch den schlechten Zustand der Abfuhrwege und die immer noch ungenügende Entwässerung bedingten Schwierigkeiten der Gewinnung und des Absatzes von Torf, in dem Mangel an Wiesen, wodurch das Halten von Vieh und infolge dessen das Düngen der abgebrannten Aecker erschwert wurde, und zum nicht geringsten Theil in der moralischen Verkommenheit der aus allen Weltgegenden zusammen gekommenen Bevölkerung. In letzterer Beziehung mufs es sehr schlimm gewesen sein, da die Moorbevölkerung in der Gifhorner Gegend förmlich verfehmt war; es wurde nicht mit den Colonisten gesprochen, ihnen auch keine Unterkunft gewährt, überhaupt jeder Verkehr mit ihnen vermieden.

Zur Hebung dieser trostlosen Verhältnisse liefs die Regierung im Jahre 1832 die Entwässerungscanäle genügend vertiefen und die neben ihnen liegenden Wege mit dem Auswurf übersanden; aufserdem wurden den Colonisten fiscalische Wiesen zur freien Benutzung überwiesen. Thatsächlich wurde durch diese Mafsregeln eine allmähliche Gesundung der Verhältnisse erzielt. Ein vollständiger Umschwung in den Verhältnissen der Moordörfer wurde jedoch erst durch den im Jahre 1868 vollendeten Bau der gepflasterten Landstrafse durch die Colonie und die dadurch geschaffene gute Verbindung mit der Stadt Braunschweig herbeigeführt. Der Torfhandel nahm einen bedeutenden Aufschwung; infolge der sich bessernden geldlichen Verhältnisse konnten Wiesen ge-

*) Die nachstehenden geschichtlichen Angaben sind zum Theil einer im Verlage von H. Schulze in Gifhorn 1877 erschienenen Broschüre des Kreishauptmanns Eilers entnommen.

kauft und die Viehbestände vergröfsert werden, was wiederum dem Ackerbau zu gute kam. Eine weitere Hebung der Moorcolonieen wurde im Jahre 1890 durch die Anlage der bis an das Moor sich erstreckenden Eisenbahn von Gifhorn nach Triangel herbeigeführt, und, nachdem heute durch die neue Bahnlinie Triangel — Wittingen — Uelzen das Moor sogar in ganzer Länge aufgeschlossen ist, ist die Zeit nicht mehr fern, wo das einst verachtete Gifhorner Moor mit Hülfe der hoch entwickelten Technik sich sowohl in gewerblicher, wie in landwirthschaftlicher Beziehung in einen der wohlhabendsten Landstriche Deutschlands verwandelt haben wird. Ein besonders hervorragendes Verdienst um diese günstige Entwicklung der Verhältnisse ist ohne Frage dem Leiter der Norddeutschen Torfmoor-Gesellschaft, dem Herrn Oekonomierath Rothbart, zuzuerkennen. Mit bewunderungswürdiger Energie, rastlosem Fleifs und seltenem Geschick hat es dieser aus einfachen Verhältnissen hervorgegangene Mann verstanden, das im Jahre 1873 gegründete Unternehmen aus kleinen Anfängen zu einer Bedeutung zu bringen, die ihm nicht nur die Anerkennung seiner Mitbürger sowohl wie der eigenen Regierung sichert, sondern auch fremde Staaten veranlafst, hohe Beamte und Fachleute in das Gifhorner Moor zu schicken, damit sie beim alten Rothbart studiren, wie „es zu machen ist". Es fehlt hier der Raum, um ausführlicher das Getriebe dieses grofsartigen Unternehmens zu schildern, das Landwirthschaft und Gewerbe in harmonischem Einklang in sich vereinigt. Wer jedoch in die Gifhorner Gegend kommt, sei er Landwirth, sei er Techniker oder auch keins von beiden, der möge nicht versäumen, einen Ausflug dahin zu unternehmen, um mit eigenen Augen anzuschauen, was Menschenwille und Menschengeist aus der öden Moorfläche hervorzuzaubern verstanden hat.

Besonders sei noch hervorgehoben, dafs mit der günstigeren Gestaltung der äufseren Verhältnisse sich auch die sittlichen Verhältnisse in der Moorcolonie besserten und dafs heute die Moorbewohner denjenigen der umliegenden Dörfer an Fleifs und Sparsamkeit sowohl, wie an guter Sitte nichts nachgeben.

Ausführung der Bahnlinie im Moor.

a) Linienführung im einzelnen. In dem auf Grund der allgemeinen Vorarbeiten ausgearbeiteten Entwurf war in der Gemarkung Platendorf die Bahnlinie bis an die westliche Grenze der Colonate gerückt, um die bei einer Durchschneidung der Colonate unvermeidlichen Ueberwege und die mehr oder weniger grofse Entwerthung der Besitzungen zu vermeiden. Bei genauerem Studium der Besitzverhältnisse ergab sich jedoch, dafs die Colonisten zum erheblichen Theil über die Gemarkungsgrenzen hinaus in Gamsener und Kästorfer Gebiet Moorflächen erworben hatten, sodafs die Ueberwege auch bei dieser Lage der Linie nicht zu umgehen waren. Da nunmehr kein besonderer Grund mehr vorlag, an dieser Linienführung festzuhalten, so wurde sie bei den ausführlichen Vorarbeiten verlassen und die in Abb. 2 Bl. 15 dargestellte und auch zur Ausführung gelangte Lage in der Mitte der Colonate gewählt. Diese Lage bot zunächst die Möglichkeit, die Haltestelle Platendorf dichter an den Ort und mehr nach der Mitte des Moores zu legen. Sodann wurden dadurch die Baukosten ganz erheblich verringert, weil die Linie bei der gewählten Lage von Stat. 421 ab in abgetorftem Gelände läuft, während sie bei der Lage an der Gemarkungsgrenze bis zur Haltestelle Triangel (Stat. 470) hin in unabgetorftem Gelände sich hinzog. Schliefslich war auch dabei die Einführung in die Haltestelle Triangel eine recht günstige, insbesondere liefsen sich die daselbst befindlichen mehrfachen Krümmungen beseitigen, sodafs die Haltestelle jetzt bis auf eine ganz geringfügige Krümmung in der Nähe des Empfangsgebäudes vollständig in der Geraden liegt.

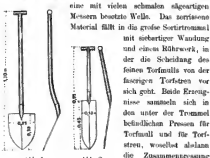
b) Verfahren der Ausführung. Nachdem nunmehr die Linie der Lage nach genau festgelegt war, handelte es sich darum, Entscheidung darüber zu treffen, in welcher Weise sie innerhalb der unabgetorften Moorstrecke zur Ausführung gelangen sollte. Hierbei konnte es sich nur um zwei Wege handeln. Entweder man wählte das gewöhnliche Verfahren der Schüttung eines Dammes auf dem Moor, oder man hob das Moor in ganzer Tiefe aus und legte die Bahn in den entstandenen Einschnitt. Bei der Wahl des ersteren Verfahrens mufste dem Damm eine solche Höhe gegeben werden, dafs er durch sein Gewicht imstande war, die weichen Moormassen seitlich hinauszudrängen, weil sonst ein betriebssicherer Bahnkörper nicht zu erzielen war. Somit waren ganz bedeutende Mengen geeigneter Dammmasse (Sand) erforderlich, die in Stat. 375 seitlich hätten entnommen werden müssen und nicht unter 1,25 ℳ für das cbm (bei einer mittleren Förderweite von $3\frac{1}{2}$ bis 4 km) in Anschlag zu bringen waren. Aufserdem war bei Stat. 421 eine lange Rampe (etwa im Gefälle 1 : 200) einzulegen, um von dem nicht ausgetorften Moor in das ausgetorfte zu gelangen. Hierdurch war aber die Lage der Haltestelle Platendorf bedingt, da sie frühestens am Fufse der Rampe beginnen konnte und damit so weit nach Triangel hin rückte, dafs sie für die Aufschliefsung des Moores erheblich an Bedeutung verlor.

Bei dieser Sachlage war es natürlich, dafs man nunmehr eingehend untersuchte, ob es nicht möglich und zweckmäfsig sei, die Bahn in das Moor, bezw. auf die Moorsohle zu legen. Die Möglichkeit war lediglich davon abhängig, ob der Platendorfer Canal so tief lag, dafs der Mooreinschnitt nach ihm entwässert werden konnte. Wie aus Abb. 2 Bl. 15 ersichtlich, hat die Sohle dieses Canals am oberen Ende von Platendorf (Stat. 423 + 50) die Ord. 53,15, während die Moorunterkante an der tiefsten Stelle nicht unter der Ord. 53,40 liegt; es war somit möglich, eine Entwässerung des Mooreinschnittes nach dem Canal zu bewirken. Die Zweckmäfsigkeit war dagegen im wesentlichen eine Kostenfrage. Die gesamten in dem unausgetorften Theil der Strecke bewegten Torfmassen haben rund 120000 cbm betragen. Wenn diese Massen in üblicher Weise gelöst und seitlich ausgesetzt wurden, so stellte sich der Preis für 1 cbm mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der in Rede stehenden Massen auf mindestens 1,50 ℳ, sodafs die Kosten dafür allein sich im ganzen auf 180000 ℳ beliefen. Aufserdem waren verhältnifsmäfsig bedeutende Flächen erforderlich, um die auszusetzenden Torfmassen unterzubringen, weil die Schüttungshöhe bei der Beweglichkeit der Torfmassen in der nassen Jahreszeit nur gering (etwa 1 m) sein durfte. Dadurch wären aber lebhafte und begründete Beschwerden der Coloniebewohner herbeigeführt worden, weil diese erst im

Jahre 1897 die in Rede stehenden Flächen vom Staat gekauft haben, um sich die zur weiteren gesunden Entwicklung der Colonie erforderlichen Flächen zu sichern. Es sei noch besonders hervorgehoben, dafs die in dieser Weise gewonnenen und ausgesetzten Torfmassen in keiner Weise zu verwenden gewesen wären, vielmehr dauernd ein erhebliches und nur mit grofsen Kosten zu beseitigendes Hindernifs bei der Ausbeutung des Moorlagers in der Nähe der Bahnlinie gebildet hätten.

Unter diesen Umständen hätte man also auch wohl im vorliegenden Falle das gewöhnliche Verfahren anwenden müssen, wenn nicht die Norddeutsche Torfmoor-Gesellschaft mit einem Anerbieten gekommen wäre, in welchem sie sich anheischig machte, für eine Vergütung von 40 Pf. für das cbm Moormasse jeder Art den ganzen Mooreinschnitt innerhalb zweier Sommer herzustellen und die gesamten Abtragsmassen vollständig zu beseitigen. Bei der bekannten Leistungsfähigkeit der Gesellschaft war an der Einhaltung und rechtzeitigen Erfüllung des Angebots nicht zu zweifeln, und so wurde ohne längeres Zögern ein entsprechender Vertrag mit ihr abgeschlossen. In dem Vertrage verpflichtete sich die Gesellschaft nicht nur, die Moormassen auszuheben und zu beseitigen, sondern auch die Böschungen und einen beiderseitigen Feuerschutzstreifen herzustellen und einzuebnen, mit anbaufähigem Boden zu versehen und zu besamen, die Bahngräben nach vorgeschriebenem Querschnitt auszuheben und die zur Herstellung des Planums nöthigen Sandmassen anzuliefern und einzubauen. Für die Herstellung der fertigen Böschungen und Feuerschutzstreifen war ein besonderer Preis von 2 ℳ für das Meter Bahnlänge vereinbart, aufserdem erhielt die Gesellschaft für das cbm der anzuliefernden, im Mittel 3 km weit zu fördernden Sandmassen 1 ℳ. Selbstverständlich war die Ausführung der Arbeiten zu diesen Preisen nur möglich, wenn die Gesellschaft die gewonnenen Torfmassen zum Eigenthum erhielt und ihr durch Ueberweisung genügend grofser Flächen zu beiden Seiten der Bahnlinie die Möglichkeit gegeben wurde, den ausgehobenen Torf trocknen und dadurch zur Herstellung von Torfmull, Brenntorf, Torfkohle usw. geeignet machen zu können. An dieser Stelle sei erwähnt, dafs der Torf nur bis höchstens Ende Juli gestochen werden darf, weil die Monate August und September zum Trocknen der Torfsoden nöthig sind; nicht trocken gewordener Torf ist für jeden Zweck unbrauchbar; läfst man ihn im Freien überwintern, so bildet er im nächsten Frühjahr eine breiartig zusammen gelaufene Masse, die ebenfalls vollständig werthlos ist.

Die Arbeit wurde am 21. Mai 1898 mit der Anlage eines bis zur Unterkante des Fuchstorfes (sieh Abb. 1 Bl. 15) reichenden Grabens begonnen, der sich von Stat. 400 ab über die ganze unabgetorfte Moorstrecke zog und einerseits nach der Ise (durch den Graben bei Stat. 400), anderseits nach dem Platendorfer Canal hin entwässerte. Durch diesen Graben war die ganze Moorfläche, soweit sie Fuchstorf enthielt, zu entwässern, und mit dem Aushub des Fuchstorfs im Trocknen (soweit man im Moor überhaupt von „trocken" sprechen kann) konnte nun begonnen werden. Die Arbeit ging in der Weise vor sich, dafs mit den in den Text-Abb. 1 u. 2 dargestellten Handwerkszeugen Torfsoden in Ziegelsteinformat aus der Wand herausgestochen wurden, diese Torfsoden wurden mittels Karren auf Brettern seitwärts gebracht und dort einzeln gelagert. Nach etwa vier Wochen wurden sie in Haufen zusammengesetzt, die so aufzubauen waren, dafs die Luft ungehindert durchstreichen konnte, und von hier nach vollständiger Austrocknung zur Fabrik gebracht, um zu Torfmull verarbeitet zu werden. In den Abb. 4 u. 5 Blatt 15 ist eine Torfmullfabrik der Norddeutschen Torfmoor-Gesellschaft dargestellt. Die getrockneten Torfsoden werden mittels des Elevators bis in das II. Stockwerk befördert und kommen dort in den sogenannten „Zerreifswolf", eine mit vielen schmalen sägeartigen Messern besetzte Welle. Das zerrissene Material fällt in die grofse Sortirtrommel mit siebartiger Wandung und einem Rührwerk, in der die Scheidung des feinen Torfmulls von der faserigen Torfstreu vor sich geht. Beide Erzeugnisse sammeln sich in den unter der Trommel befindlichen Pressen für Torfmull und für Torfstreu, woselbst alsdann die Zusammenpressung auf etwa $^1/_3$ des lockeren Rauminhalts zu Ballen von rund 100 kg Gewicht erfolgt. Da hierbei gleichzeitig auch die Verpackung und Verschnürung mit bewirkt wird, fällt der Ballen beim Oeffnen der Presse in versandtfähigem Zustande heraus.


Abb. 1. Abb. 2.

Der Aushub des Fuchstorfes wurde bis Ende Juli, also rechtzeitig, bewerkstelligt. Im ganzen waren durchschnittlich 80 Arbeiter in Thätigkeit, die innerhalb 10 Wochen rund 28 000 cbm Torfmasse verarbeiteten. Die Arbeit wurde im Stücklohn ausgeführt, und zwar wurden für je 1000 Stück Torfsoden 1,50 ℳ bezahlt.

Hiermit war für das Jahr 1898 an dieser Stelle der Arbeitsplan erfüllt. Gleichzeitig mit den Arbeiten im Fuchstorf war jedoch auch mit dem Aushub der Torfmassen in dem niedrigen Theile des Moores von Stat. 394 bis Stat. 406 begonnen. Soweit der in dieser Strecke befindliche Torf sich zu Brenntorf eignete, wurde er regelrecht gestochen und zum Trocknen seitlich ausgesetzt; die übrigen, zu keinem Zwecke verwendbaren Massen wurden in die daselbst befindlichen zahlreichen Gruben, aus denen in früherer Zeit Torf gewonnen war, verkarrt.

Nachdem diese Strecke vollständig vom Moor befreit war, wurden die zur Anschüttung des Bahndammes im Gebiet des Ise-Hochwassers und zur Herstellung des Planums bis Stat. 406 erforderlichen Sandmassen aus einer Seitenentnahme bei Stat. 375 auf Gleisen angefahren und eingebaut, die Böschungen mit Rasen oder culturfähigem Boden bedeckt und mit geeignetem Grassamen eingesäet. Damit war die Arbeit für das Jahr 1898 beendet.

An dieser Stelle sei noch erwähnt, dafs die Norddeutsche Torfmoor-Gesellschaft nicht die ganze Arbeit übernommen hatte, sondern ein kleiner Theil von Stat. 417 bis Stat. 426 aus hier nicht in Betracht kommenden Gründen abgezweigt und der Platendorfer Torfmullfabrik von L. Hornburg über-

tragen war. Die von dieser Firma zu leistende Arbeit war in ihrer Art dieselbe, wie die der Norddeutschen Torfmoor-Gesellschaft. Zu bemerken ist nur, dafs die Firma L. Hornburg vertraglich verpflichtet war, den Entwässerungsgraben in Stat. 423 + 50 (Abb. 2 Bl. 15) nach dem Platendorfer Canal sofort in richtiger Lage und Tiefe bis zum Anfang des unabgetorften Moores in Stat. 421 anzulegen. Die rechtzeitige Ausführung dieser Arbeit war insofern von Wichtigkeit, weil sie den Unternehmern ermöglichte, im Jahre 1899 beim Eintritt der besseren Jahreszeit ohne weiteres mit dem Torfaushub beginnen zu können.

Die Wiederaufnahme der Arbeiten erfolgte Anfang April 1899, und zwar wurde von beiden Unternehmern vom ersten Tage ab mittels Prefstorfmaschinen gearbeitet, wie sie von der Maschinenfabrik Königshütte bei Lauterberg i. Harz geliefert werden. Eine solche Maschine ist in Abb. 7 Bl. 15 in Ansicht dargestellt. Sie besteht, abgesehen von der Locomobile, im wesentlichen aus dem Elevator *A*, auf dem der gestochene Torf hochgefördert wird, dem Behälter *B*, in den der hochgeförderte Torf hineinfällt, und der Schnecke *C*, mittels welcher der Torf durch die enge Oeffnung *o* in Ziegelsteinformat auf die sogenannte „Wurstbank“ hinausgeprefst wird. Die Torfwurst wird beim Herausquellen mit einem Drahtmesser auf die übliche Länge abgeschnitten, die einzelnen Abschnitte (Soden) werden auf kleine auf Schienen laufende Wagen geladen, an die Lagerungsstelle abgefahren und dort in Reihen zum Trocknen ausgebreitet.

Eine solche Torfprefsmaschine erfordert an Bedienungsmannschaften: 4 Mann im Canal (am Elevator zum Lösen des Torfs), 3 Mann an der Wurstbank (1 Brettschieber, 1 Abhacker und 1 Abnehmer), 4 Wagenschieber, 2 Mann auf dem Felde (zum Ausbreiten des Torfs), 1 Heizer (für die Bedienung der Locomobile), 1 Vorarbeiter, 1 Ersatzmann, zusammen 16 Mann.

Zum Ausbreiten der Torfsoden war ein Landstrich von je 200 m Breite zu beiden Seiten der Bahn erforderlich. Im ganzen waren sechs Torfprefsmaschinen in Thätigkeit. Sie wurden in der trockenen Jahreszeit an den Ort ihrer Thätigkeit gebracht, weil das Ueberführen auf dem Moore sonst nicht möglich ist. Um ein Versinken der Maschinen zu verhindern, war jede mit einer Art Schwellrost versehen worden.

Am 25. Juli war der Aushub der Moormassen beendet; im ganzen wurden mit den Maschinen 55 000 cbm Torf beseitigt, was einer durchschnittlichen Leistung von rund 80 cbm für den Arbeitstag und die Maschine entspricht. Da der ganze Torf von den vier Mann im Canal gestochen werden mufste, so hat jeder von diesen Arbeitern täglich rund 20 cbm Torf bewegt, was eine ganz bedeutende Arbeitsleistung darstellt.

Nach Beseitigung der Torfmassen wurden die Bahngräben ausgehoben, die zur Herstellung des Planums noch fehlenden Sandmassen angefahren und eingebaut, die Böschungen vorschriftsmäfsig fertiggestellt und schliefslich die Böschungen und die beiderseitigen Feuerschutzstreifen nach Vorschrift mit einer 10 cm dicken culturfähigen Humusschicht bedeckt, die dann mit geeignetem Grassamen eingesät wurde. Als Humus diente hierbei die zwischen Moorunterkante und Sandoberkante sich findende sogenannte „Wienerde“, ein Gemenge von Sand und Torf, das erfahrungsgemäfs einen hohen Grad von Culturfähigkeit besitzt, was auch im vorliegenden Falle sich als richtig erwiesen hat.

Um der im Moor durch Flugfeuer der Locomotiven drohenden Feuersgefahr zu begegnen, werden im nächsten Frühjahr im Hochmoor auf den beiderseitigen Feuerschutzstreifen vier Reihen diagonal gestellte junge Birken im Abstande von je 1,50 m gepflanzt (Abb. 9 Bl. 15). Unter der Birkenpflanzung ist statt der 10 cm starken Humusschicht eine 10 cm starke Sandschicht angebracht, um unter den Birken Graswuchs zu unterdrücken und dadurch bei einem etwaigen Böschungsbrande das Verbrennen der Birken zu verhiedern. Man hofft, dafs die Birkenpflanzungen auch genügenden Schutz gegen Schneeverwehungen bieten. Sollte sich ergeben, dafs dies nicht der Fall ist, so sollen an der äufseren Kante des Feuerschutzstreifens, jedoch diesseits des Grenzgrabens, leichte Schneezäune aufgestellt werden. Es ist anzunehmen, dafs diese Schneezäune nach einigen Jahren, wenn die Birken sich genügend kräftig entwickelt haben, entbehrlich werden. Die Begrenzung des Bahneigenthums im Moor ist durch 1 m tiefe Grenzgräben mit $1/2$ facher Böschung bezeichnet, da eine Versteinung wegen der weichen Beschaffenheit des Untergrundes nicht möglich war. In Abb. 6 Bl. 15 ist ein Querschnitt durch den Bahnkörper in fertigem Zustande gegeben.

Für das Reguliren des Planums, der Böschungen und des Feuerschutzstreifens, Aufbringen der Humusschicht und des Sandes, Besamen der Flächen nach vorheriger Düngung mit Kalk erhielt die Norddeutsche Torfmoor-Gesellschaft für 1 m Bahnlänge 2 ℳ; die Beschaffung und Anpflanzung der jungen Birken wird mit 5 Pfg. das Stück besonders vergütet. Auf der eigentlichen Moorstrecke von Stat. 394 bis Stat. 421 + 50 sind im ganzen 120 000 cbm Moor ausgehoben und 20 000 cbm Sand angefahren. An jungen Birken werden rund 4000 Stück angepflanzt.

Zum Schlufs sei noch bemerkt, dafs zur Abhaltung des Ise-Hochwassers aus der von Stat. 400 ab unter der Hochwasser-Ordinate liegenden Bahnlinie besondere Anlagen nothwendig waren. Es ist zu diesem Zwecke zu beiden Seiten der Bahn von Stat. 400 bis Stat. 405 an der Böschungsoberkante ein Schutzdamm aus Moorboden angeschüttet, dessen Oberkante 0,50 m über dem höchsten bekannten Wasserstande liegt (Abb. 1 u. 8 Bl. 15). Der Abschlufs des Ise-Hochwassers bei Stat. 400 ist durch die Wegerampe daselbst gesichert.

Wittingen (Prov. Hannover), im October 1899.

Oberschulte,

Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Verlängerung von Locomotivdrehscheiben.

Vom Regierungs- u. Baurath Rosenkranz in Stettin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 16 und 17 im Atlas.)

Die vor dem Locomotivschuppen des Bahnhofes Greifswald befindliche Drehscheibe war für die auf ihr zu drehenden schweren Locomotiven zu schwach. Die bereits verstärkten Hauptträger dieser im Jahre 1862 erbauten Drehscheibe von 11,85 m Nutzlänge liefsen sich in wirksamer Weise nicht mehr verstärken. Da sich zudem der Zustand der Drehscheibe von Jahr zu Jahr verschlechterte, so war ihre Erneuerung dringend geboten. Mit Rücksicht auf die Einführung vierachsiger Locomotiven und auf die tägliche Mitbenutzung dieser Drehscheibe für die Zwecke der Hauptwerkstatt Greifswald wurde als Ersatz für die vorhandene Drehscheibe eine solche von 16,076 m Nutzlänge unter Wiederverwendung einer entbehrlich gewordenen, noch brauchbaren Drehscheibe von 13,06 m Nutzlänge eingebaut. Die Verlängerung wurde in der Weise ausgeführt, dafs zu beiden Seiten des Königsstuhls neben der Stehblech-Verbindungslasche ein entsprechendes Trägerstück von je 1,5 m Länge eingeschaltet wurde. Im übrigen hatte diese Drehscheibe die durch die Normalien für Drehscheiben der preufsischen Staatseisenbahn-Verwaltung vom Jahre 1889 vorgeschriebenen Abmessungen.

Beschreibung der Drehscheibe.

Hauptträger. Die Hauptträger (Abb. 1 u. 7 Bl. 16 u. 17) bestehen aus 10 mm starken Blechen mit aufgenieteten oberen und unteren Gurtwinkeln von 90·90·11 mm. Letztere sind oben und unten durch je eine Gurtplatte von 220·20 mm verstärkt. Bei der vorzunehmenden Verlängerung konnte die alte obere Gurtplatte mit Rücksicht auf die starke Abnutzung nicht wieder verwandt und mufste gegen eine neue ausgewechselt werden, die der ganzen Länge des Trägers nach aus einem Stück besteht. Die im unteren Theile des Trägers zwischengeschaltete Gurtplatte ist mit der alten Platte durch zwei Laschen von 220·20 mm verbunden. Die Stofsfugen der Gurtwinkel von 90·90·11 sowie die neuen Zwischenstücke und Laschen sind in den Abbildungen durch besondere Flächenschraffirung kenntlich gemacht. Die Niete, welche die Winkeleisen mit den Stehblechen verbinden, sind 20 mm stark.

Querverbindungen. Die Verbindung der beiden Hauptträger mit einander wird durch 12 Querverbände (Abb. 1 u. 7 bis 13 Bl. 16 u. 17) hergestellt. Die beiden mittleren Querverbindungen, die in gleichen Abständen von der Mitte der Drehscheibe in einer Entfernung von 500 mm im lichten angeordnet sind, bestehen aus einer je 15 mm starken Blechplatte, an die oben und unten je ein Winkeleisen von 80·80·12 mm genietet ist. Zwischen diese Querverbindungen ist ein gufseisernes Verbindungsstück geschraubt und an diesem zwei Schraubenbolzen von 90 bezw. 105 mm Durchmesser befestigt, welche ein schweifseisernes Druckhaupt halten und demselben Führung geben, wenn die Muttern der Schraubenbolzen zum Heben oder Senken der Drehscheibe angezogen oder nachgelassen werden. Um der Drehscheibe sowohl beim Drehen als auch beim Heben und Senken die nöthige Führung zu geben, ist das gufseiserne Querstück in seinem oberen Theile mit dem Königsstuhl entsprechend in Verbindung gebracht und im unteren Theile bis auf eine geringe Entfernung an denselben herangeführt. Zur Erzielung einer besonderen Steifigkeit und zur Verhütung des Durchbiegens der Hauptträger nach innen hin sind bei der Ausführung der Verlängerung zu beiden Seiten der Drehscheibenmitte je drei neue Querverbindungen eingebaut. Die vier nach dem Mittelpunkte der Drehscheibe liegenden neuen Querverbindungen, die von gleicher Bauart und in gleichen Abständen von einander angeordnet sind, bestehen aus zwei diagonal angeordneten Winkeleisen von 65·65·10 mm mit an den Endpunkten befestigten Eckblechen. Letztere sind durch einen doppelten Winkeleisenrahmen, bestehend aus je vier Winkeleisen von 80·80·10 und 65·65·10 mm verbunden. Die beiden anderen neuen Querverbindungen sind ebenfalls aus zwei diagonal angeordneten Winkeleisen von 65·65·10 mm gebildet, jedoch sind die Eckbleche der letzteren nur mit einem einfachen Winkeleisenrahmen von 80·80·10 und 65·65·10 mm verbunden.

Die beiden alten in einer Entfernung von 3905 mm vom Mittelpunkt der Drehscheibe liegenden Querverbindungen bestehen aus zwei diagonal angebrachten Flacheisenstreben von 80·10 mm, deren vier Endpunkte durch je zwei Winkeleisen von 80·80·10 bezw. 65·65·9 mm verbunden sind. Die in einer Entfernung von 1536,5 mm von der Mitte der Endquerträger liegenden Querverbindungen sind in einer Höhe, welche der Höhe der Hauptträger an der entsprechenden Pafsstelle bemessen ist, aus Eisenblech von 10 mm Stärke hergestellt und oben und unten mit je zwei Winkeleisen von 65·65·9 mm vernietet. Der Anschlufs an die Hauptträger erfolgt durch je zwei Winkeleisen von 80·80·10 mm.

Endquerträger. Jeder der beiden Endquerträger (Abb. 1, 2, 7 u. 14 Bl. 16 u. 17) hat eine Höhe von 420 mm und besteht aus einem ebenso hohen Eisenblech von 15 mm Stärke, welches oben und unten durch je zwei angenietete Winkeleisen von 110·110·14 mm eingefafst ist. Die Form der Endquerträger sowie die Verbindung mit dem Hauptträger ist aus der Zeichnung ersichtlich. Die Enden dieser Querträger sind noch durch ⊔Eisen von 200·75·8,5 mm gegen die Hauptträger abgesteift.

Abdeckung der Drehscheibe. Die Abdeckung der Plattform (Abb. 2 Bl. 16 u. 17) besteht aus Riffelblechen, die mit der oberen Gurtung der Hauptträger und den Querverbindungen verschraubt sind, und zwar so, dafs die Bleche, ohne die Fahrschienen loszunehmen, leicht entfernt werden können. In der Plattform zwischen den Fahrschienen befinden sich vier Einsteigeöffnungen von rechteckigem Querschnitt. Die Unterstützung der Plattform zu beiden Seiten aufserhalb der Hauptträger erfolgt durch 18 Consolen (davon acht neue) aus Winkeleisen von 65·65·9 mm einschliefslich der erforderlichen Winkeleisenschiene von 65·65·9 mm.

Fahrgleise. Die alten Fahrschienen mufsten der starken Abnutzung wegen gegen neue (Form 7c) ausgewechselt

werden. Diese bestehen in einer Länge von 16,076 m aus einem Stück und sind mit dem Hauptträger durch Klemmplatten und Schraubenbolzen verbunden.

Königsstuhl, Pfanne und Zapfen. Der säulenförmige Königsstuhl (Abb. 7 u. 11 Bl. 16 u. 17) besteht aus Gufseisen. Die Grundplatte schliefst sich mittels vier angegossener 50 mm starker Rippen an den hohen Pfannenständer an, der eine Wandstärke von 50 mm besitzt. Der Königsstuhl trägt in seinem oberen voll gegossenen Ende eine gehärtete gufsstählerne Pfanne, die durch Feder und Nuth gegen Drehung gesichert ist. Er wird durch vier Stück 40 mm starke Ankerbolzen, die unten einen gufseisernen Anker erhalten, auf dem Fundament befestigt. Der Königszapfen, auf welchem der Drehscheibenkörper ruht und drehbar ist, ist in der Mitte des schweifseisernen Druckhauptes angebracht. Letzteres erhält zur Durchführung der Spannschrauben Löcher, die 480 mm von einander entfernt sind. Die Abmessungen des Druckhauptes sowie die Anordnung der Schmiervorrichtung und Pfanne sind nach Blatt 6 der Normalien vom Jahre 1889 ausgeführt.

Laufräder. Während die Hauptlast auf dem Königszapfen der Drehscheibe liegt, wird diese selbst durch vier Laufräder (Abb. 14 u. 15 Bl. 16 u. 17) gegen Seitenschwankungen gesichert. Die Laufräder sind mit ihren Achsen in Lagern angeordnet, die auf Querträgern bezw. auf den Verlängerungen der Querträger angebracht sind. Die alten Laufräder mufsten wegen der starken Abnutzung in der Lauffläche gegen neue flufsstählerne ausgewechselt werden. Die Abmessungen derselben sind aus der Abbildung ersichtlich. Die alten flufsstählernen Achsen sind in der Nabe 140 mm stark und nach dem kleinen Achsschenkel zu 70 mm stark. Der letztere ist 92 mm lang und hat 60 mm Durchmesser. Der grofse Achsschenkel hat 120 mm Durchmesser und ist 160 mm lang. Die Lagerkasten auf den Endquerträgern sind aus Gufseisen mit Rothgufslagern gefertigt und auf diesen durch je vier Schraubenbolzen befestigt.

Laufkranz. Der Laufkranz (Abb. 1 u. 2 Bl. 16 u. 17) ist aus sechs Stahlschienen, Form 6b, gebildet. Sein Durchmesser beträgt von Mitte bis Mitte Schienenkopf gemessen 15270 mm. Die Schienen des Rollkranzes liegen auf 69 gufseisernen Unterlagsplatten und sind auf diesen mittels Klemmplatten und Schraubenbolzen, deren Köpfe in die untere Fläche der Unterlagsplatten eingelassen sind, befestigt.

Vorrichtung zum Drehen der Drehscheibe. Die Vorrichtung zum Drehen der Drehscheibe (Abb. 1, 2 u. 14 Bl. 16 u. 17) besteht nach Blatt 8 der Normalien vom Jahre 1889 aus einem dreifachen Rädervorgelege, mittels dessen von zwei Kurbeln aus die Kraft auf ein Laufrad übertragen wird. Das Drehen der Drehscheibe kann jedoch auch durch hölzerne Einsteckungen, zu deren Anbringung auf den Endquerträgern gufseiserne Schuhe befestigt sind, bewirkt werden. Zur Aufnahme der Windevorrichtung ist der eine Endquerträger einseitig entsprechend verlängert und sind daselbst aufserdem noch besondere Träger- und Winkeleisen angebracht. Der auf der Plattform neben der Windevorrichtung verfügbare Platz war für die die Drehscheibe bedienenden Arbeiter nach der alten Anordnung zu gering bemessen und ist entsprechend vergröfsert worden.

Sicherheits- und Schutzvorrichtungen. Die Feststellung der Drehscheibe erfolgt durch eine Hebelvorrichtung (Abb. 1 u. 2 Bl. 16 u. 17), die durch kräftige Hebel die beiden Riegel verschiebt. Die Hebel werden von Zugstangen bewegt, die nahe der Windevorrichtung an kurzen Hebeln einer wagerechten Welle angreifen. Letztere wird durch einen in angemessener Entfernung vom Gleise angebrachten Handhebel gedreht. Mit der Verriegelung steht eine Signalvorrichtung in Verbindung. Das Signal besteht aus einer um einen Bolzen drehbaren rothen Stockscheibe mit weifsem Rande und zeigt „Halt“ so lange, bis die Drehscheibe richtig eingestellt ist. Ferner ist zum sicheren Verriegeln der Drehscheibe, insbesondere bei Dunkelheit, der freie Raum zwischen den auf den gufseisernen Umfassungssegmenten angebrachten Riegelkloben und den Fahrschienen durch Winkeleisen ausgefüllt. Zum Schutze der Arbeiter ist aufserdem auf der Plattform neben der Antriebswinde ein Schutzgeländer angebracht. Die Laufräder, sowie Antriebsräder der Winde sind durch eiserne Schutzkästen abgedeckt.

Ausgleichgewichte. Mit Rücksicht auf die ungleichmäfsige Belastung, welche die Drehscheibe durch die Anordnung der seitlich angebrachten Windevorrichtung erleidet, sind zur Ausgleichung der überhängenden Massen an den Endquerträgern der Drehscheibe entsprechend schwere Gegengewichte (Abb. 2 Bl. 16 u. 17) nach den Normalien angebracht.

Grubenumfassung. Zur äufseren Einfassung der Drehscheibengrube (Abb. 1 u. 2 Bl. 16 u. 17) dient ein gufseiserner Kranz, bestehend aus 22 Kreisabschnitten von I förmigem Querschnitt. Diese sind untereinander durch 20 mm starke Schraubenbolzen verbunden. Von den 22 Kreisabschnitten sind vier Stück neu angefertigt, die alten konnten mit Rücksicht auf die geringe Bogenlänge durch entsprechende Bearbeitung vortheilhaft wieder verwandt werden.

Statische Berechnung.

Für die Berechnung ist eine $^4/_5$ gekuppelte Güterzuglocomotive nach Blatt III 3c der Normalien der Betriebsmittel der preufsischen Staatseisenbahn-Verwaltung zu Grunde gelegt. Die Radstände bezw. die Entfernung der einzelnen Lasten von einander sind aus nachstehender Abbildung ersichtlich. Die ungünstige Belastung ist diejenige, wenn der Schwerpunkt der Locomotive über Mitte Königszapfen liegt.

Die Entfernung x des Schwerpunktes von der Mitte Königsstuhl berechnet sich nach Ausrechnung der Momentengleichung zu:

$$x = 0{,}2137 = \text{rd. } 0{,}214 \text{ m.}$$

Der gefährliche Querschnitt liegt in einer Entfernung von 0,345 m von Mitte Königszapfen.

Das gröfste Biegungsmoment beträgt rechts

$$M = 13 \cdot 1{,}219 + 13\,(1{,}219 + 1{,}35) + 14\,(1{,}219 + 1{,}35 + 1{,}4) + 7\,(1{,}219 + 1{,}35 + 1{,}4 + 2{,}2) = 148{,}318 \text{ tm.}$$

Das gröfste Biegungsmoment beträgt links

$$M = 9{,}5 \cdot 2{,}866 + 12\,(2{,}866 + 1{,}65) + 12\,(2{,}866 + 1{,}65 + 1{,}65) = 155{,}411 \text{ tm.}$$

Auf jede Trägerhälfte kommt ein gröfstes Biegemoment von $\frac{155{,}411 \text{ tm}}{2} = 77{,}705$ tm.

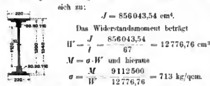
Das Eigengewicht des Hauptträgers sei mit 500 kg für 1 m Länge, also für jede Hälfte mit $500 \cdot 8 = 4000$ kg berücksichtigt. Der Schwerpunkt der Trägerhälfte liege in $3{,}7 - 0{,}345 = 3{,}355$ m Entfernung von dem gefährlichen Querschnitt. Das vom Eigengewicht ausgeübte Moment beträgt

$$4000 \cdot 3{,}355 = 13420 \text{ kgm}.$$

Das gröfste ausgeübte Gesamtmoment unter Berücksichtigung des Eigengewichtes des Trägers beträgt links

$$77705 + 13420 = 91125 \text{ kgm} = 9112500 \text{ kgcm}.$$

Der Träger hat in der Mitte nebenstehende Formen und Abmessungen. Das Trägheitsmoment dieses Trägers berechnet sich zu:



$$J = 856043{,}54 \text{ cm}^4.$$

Das Widerstandsmoment beträgt

$$W = \frac{J}{l} = \frac{856043{,}54}{67} = 12776{,}76 \text{ cm}^3$$

$M = \sigma \cdot W$ und hieraus

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{9112500}{12776{,}76} = 713 \text{ kg/qcm}.$$

Da ein Theil der Last von den Laufrädern aufgenommen wird, so dürfte unter Verwendung von Flufseisen die vorstehend ermittelte Materialspannung nicht zu hoch sein.

Beanspruchung der Niete.

Es soll untersucht werden, ob die 31 Niete der in einer Entfernung von 1,9 m vom Drehscheibenmittelpunkt angebrachten Lasche auch für die Verlängerung um 1,5 m genügen. — Das Moment an der Stelle x (der ersten durch die Niete geschwächten Stelle vom Königszapfen aus gerechnet) beträgt

$$M_{max} = 9{,}5 \cdot 1{,}311 + 12\,(1{,}311 + 1{,}65) + 12\,(1{,}311 + 1{,}65 + 1{,}65) = 103{,}3184 \text{ tm}.$$

Auf jeden Träger kommt die Hälfte

$$= 51{,}6592 \text{ tm} = 5165920 \text{ kgcm}.$$

Die abscherende Kraft ergiebt sich zu

$$Pl = 5165920 \quad \text{oder} \quad P = \frac{5165920}{190} = 27189 \text{ kg}.$$

Der Durchmesser der Niete beträgt 16 mm. Der Querschnitt der 31 Niete $F = 31 \cdot 2{,}01062 = 62{,}32922$ qcm.

Die Spannung im Niete beträgt

$$\sigma = \frac{P}{F} = \frac{27189}{62{,}3} = \text{rd. } 436 \text{ kg/qcm}.$$

Flächendruck auf den Königszapfen.

Der Durchmesser des Königszapfens beträgt 120 mm. Es wird angenommen, dafs derselbe die Hälfte der Last aufzunehmen hat. Die zulässige Belastung berechnet sich dann unter Berücksichtigung des Eigengewichtes des Drehscheibenkörpers zu

$$K = \frac{\left(\frac{P+G}{2}\right)}{F} = \frac{93500 + 21000}{2 \cdot 113{,}097} = \frac{114500}{226{,}194} = 506 \text{ kg/qcm}.$$

Belastung des Fundamentes für den Königsstuhl.

Der Querschnitt F des untersten Fundamentsockels beträgt 6,25 qm. Die zulässige Beanspruchung des Bodens berechnet sich unter Berücksichtigung des Eigengewichtes des Fundamentes zu

$$k = \frac{P}{F} = \frac{93500 + 21000 + 14000}{62500}$$

$$K = \frac{128500}{62500} = 2{,}06 \text{ kg/qcm}.$$

Inanspruchnahme der beiden Spannschrauben.

Der Kerndurchmesser des Gewindes beträgt 7,5 cm. — Der Querschnitt beider Schrauben beträgt: $F = 2 \cdot 44179 = 88358$ qcm. — Es wird angenommen, dafs die Spannschrauben die Hälfte der Last zu tragen haben. Die zulässige Inanspruchnahme der Schraubenbolzen beträgt

$$K = \frac{P}{2 \cdot F} = \frac{114500}{2 \cdot 88{,}358} \sim 648 \text{ kg/qcm}.$$

Kosten der Verlängerung.

An Kosten sind für die vorbeschriebenen Arbeiten entstanden

	Lohn	Material	Zusammen
I. Verlängerung der Drehscheibe	1050 ℳ	843 ℳ	= 1893 ℳ
II. Nebenarbeiten	370 „	907 „	= 1277 „
III. Aufstellung	330 „	— „	= 330 „
IV. Für Fundamentarbeiten rund			4500 „
Demnach insgesamt:			9000 ℳ

Schlufsbemerkung.

In gleicher Weise wurde eine zweite Locomotivdrehscheibe von 13 m Nutzlänge für den Locomotivschuppen auf Bahnhof Stralsund auf 16 m verlängert. Die hierfür aufgewandten Kosten betragen

I. für die Verlängerung usw. der Drehscheibe 4021,90 ℳ
II. für die Fundamentarbeiten . . . . . 4783,38 „

Für verschiedene Bahnhöfe der Eisenbahndirection Stettin von geringerer Bedeutung wurden ältere Locomotivdrehscheiben mit etwa 12 m Durchmesser durch Verstärkung und Verlängerung der Hauptträger auf 14 m auch für vierachsige Locomotiven benutzbar gemacht. Als Beispiel sei hier auf die auf Bahnhof Ruhnow eingebaute, verlängerte Drehscheibe von 14 m verwiesen, deren Kosten betragen haben:

I. für die Verlängerung usw. der Drehscheibe 4302,60 ℳ
II. für die Fundamentarbeiten . . . . . 3844,32 „

Sämtliche verlängerte Drehscheiben befinden sich über zwei Jahre im Betriebe. Sie haben sich gut bewährt, und eine weitere Einführung derselben ist in Aussicht genommen.

Die Eisenbahn Argenteuil—Mantes.

(Mit Abbildungen auf Blatt 18 u. 19 im Atlas.)

Unter den neueren französischen Vollbahnen verdient die am 1. Juni 1892 eröffnete Linie Argenteuil — Mantes um deswillen Beachtung, weil bei ihr die französische Bauweise und die zur Zeit in Frankreich für den Bau von Hauptbahnen geltenden Grundsätze besonders klar in die Erscheinung treten. Mantes ist eine Stadt, die etwa 50 Kilometer nordwestlich

von Paris an der Seine liegt. Argenteuil — in der Geschichte der Tiefbaukunst wohl bekannt — liegt gleichfalls an der Seine und in derselben Richtung von Paris, jedoch nur wenige Kilometer davon entfernt. Eine Eisenbahn Paris — Argenteuil — Poissy — Mantes und weiter nach Rouen, Dieppe, Havre einerseits, Trouville, Caen und Cherburg anderseits, gehört zu den älteren Bahnen des Landes; das Stück Argenteuil — Poissy — Mantes liegt gröfstentheils auf dem linken Seineufer und diente, wie ersichtlich, einem in Mantes nach zwei Richtungen sich verzweigenden Bahnnetz als einzige gemeinschaftliche Stammlinie. Diese Strecke genügte schon seit

Abb. 1. Einschnitt bei Kil. 41 + 260

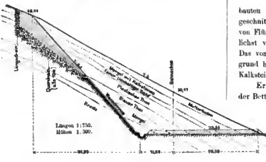


Abb. 2. Einschnitt bei Kil. 42 + 812.

längerer Zeit dem Verkehr nicht mehr, und es trat Mitte der achtziger Jahre an die Westbahngesellschaft als Eigenthümerin die Nothwendigkeit heran, entweder die Zahl der Gleise von zwei auf vier zu vermehren, oder auf dem rechten Seineufer eine neue Linie zur Entlastung der bestehenden zu erbauen. Wenn man die letztere Lösung vorzog, so geschah es hauptsächlich, um den Landstrich auf dem rechten Seineufer mehr dem Verkehr zu erschliefsen und der Pariser Bevölkerung Gelegenheit zu geben, diese landschaftlich hübsche Gegend als Ziel ihrer Ausflüge und zum Sommeraufenthalt wählen zu können. Die erwähnenswerthesten Bau- und Betriebsanlagen der Linie sollen nachstehend auf Grund eigener Beobachtungen sowie unter Benutzung einer Arbeit von Bonnet in der Revue générale des chemins de fer 1893, 94 und 95 beschrieben werden, der auch die Abbildungen entnommen sind.

Linienführung und allgemeines. In Argenteuil zweigt die Linie von der Nordbahnlinie Argenteuil — Pontoise ab (Kil. 0,0), unterfährt die mit der Linie Argenteuil — Poissy ein gemeinschaftliches Stück bildende grofse Gürtelbahn und läuft eine Strecke neben dieser her; zwischen beiden Linien ist ein Verschiebe- und Uebergabebahnhof angelegt. Darauf wendet sie sich der Seine zu und bleibt zwischen dem rechten Flufsufer und den theilweise scharf an die Seine herantretenden Höhenzügen liegen, unter anderen die Ortschaften Conflans Ste. Honorine, wo eine Verbindung mit der Linie Achères — Pontoise hergestellt ist, und Meulan berührend, in dessen Nähe ein Tunnel zu erbauen war (Abb. 1 Bl. 18). Gleich hinter Conflans werden die Oise, ein Nebenflufs der Seine, und die am linken Oiseufer liegende Eisenbahn Achères — Pontoise auf einem eisernen Viaduct überschritten; unmittelbar vor Mantes wird die Seine selbst, die hier zwei durch eine langgestreckte Insel getrennte Arme hat, mit einer steinernen Brücke übersetzt. In Kil. 46,9 findet bei Mantes die Vereinigung mit der anderen Linie Paris — Poissy — Mantes statt. Der kleinste Bogenhalbmesser ist auf der freien Strecke 700 m, an der Abzweigungsstelle in Argenteuil kommen Halbmesser von 400, 500 und 560 m vor, und für die Verbindung mit der Linie Achères — Pontoise mufste 300 m genommen werden, auch war die im übrigen 1 : 160 betragende gröfste Steigung hier auf 1 : 100 zu erhöhen. Kunstbauten sind 124 vorhanden, 83 zur Wiederherstellung abgeschnittener Wegeverbindungen, 41 für die Durchführung von Flüssen und Wasserläufen. Planübergänge wurden möglichst vermieden, es mufsten jedoch 10 angelegt werden. Das von der Bahn durchschnittene Gelände besteht im Untergrund hauptsächlich aus Sandstein, Mergel, Sand, Thon und Kalkstein; Gipseinlagerungen sind nicht selten.

Erdarbeiten. Die Planumbreite ist 9,70 m, die Breite der Bettung 7,20 m, ihre Höhe bis Schienenoberkante 0,60 m in Einschnitten, 0,55 m auf Dämmen. Es waren 2 300 000 cbm Boden auf 900 m mittlere Entfernung zu einem Durchschnittspreis von 1,20 *ℳ* f. d. cbm zu bewegen. An besonderen Böschungsbefestigungen, aufser den gewöhnlichen durch Besamung und Bepflanzung, kamen zahlreiche Steinpackungen, Stützmauern und Entwässerungsanlagen vor, die insgesamt 900 000 *ℳ* kosteten. Die wichtigsten Ausführungen dieser Art sind folgende. Bei Meulan mufste ein durchschnittlich 1 : 2 bis 1 : 5 geneigter Hang angeschnitten werden, der an seiner Oberfläche aus kalkhaltigem Mergel mit Kalksteinen, darunter aus feinem thonhaltigem Sande bestand; die dann folgenden Schichten von Thon und Kreide bildeten Rutschflächen. Aus den Text-Abb. 1 u. 2 geht hervor, in welcher Weise man hier die Bahn gegen Rutschungen gesichert hat. Die Text-Abb. 3 u. 4 stellen eine gewölbte Stützmauer dar, welche dazu dient, eine für ein werthvolles Gartengrundstück wichtige Quelle zu erhalten und gleichzeitig den Bahndamm gegen Aufweichen zu schützen.

Kunstbauten. Wo die Verhältnisse es irgend gestatteten, hat man Gewölbe gewählt, bei den gröfseren Wege-Ueber- und Unterführungen besonders Gewölbe mit verlorenen Wider-

lagern, die bekanntlich von den Franzosen mit besonderer Vorliebe angewandt werden. Der Musterentwurf Text-Abb. 5 u. 6 ist mit geringen Aenderungen, die sich aus der zur Verfügung stehenden Bauhöhe, der Art des Untergrundes und kleinen Abweichungen in der Spannweite ergaben, im ganzen 15 mal ausgeführt worden. Die Abdeckung wurde bei allen Bauwerken nach Text-Abb. 7 mit 0,05 m Beton, 0,03 m Cementmörtel und 0,015 m Asphalt bewirkt. Wenn Eisenconstructionen genommen werden mufsten, baute man die Hauptträger bis 15 m Lichtweite als Blechträger, darüber bis 30 m Lichtweite

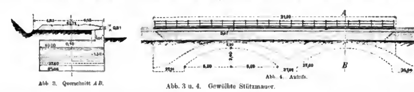

Abb. 3. Querschnitt *AB*. Abb. 4. Aufrifs.

Abb. 3 u. 4. Gewölbte Stützmauer.

als Gitterträger mit mehrfach gekreuzten Wandgliedern nach Musterentwurf Abb. 13 u. 14 Bl. 19. Unter den gröfseren Bauwerken, für welche besondere Entwürfe aufgestellt werden mufsten, sind zu erwähnen:

Der Viaduct über die Oise. Er hat eisernen Ueberbau auf Steinpfeilern, eine Stromöffnung von 90,80 m Lichtweite, deren Constructionsunterkante 15 m über dem höchsten

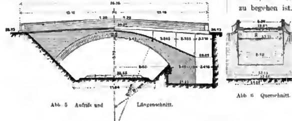

Abb. 5 Aufrifs und Längenschnitt. Abb. 6 Querschnitt.

Abb. 5 u. 6. Musterentwurf einer gewölbten Wegeüberführung.

schiffbaren Wasserstande liegt, und drei Fluthöffnungen von 28 m Lichtweite, davon zwei auf dem linken, eine auf dem rechten Ufer (Abb. 11 Bl. 18). Die Stromöffnung hat untenliegende, die Fluthöffnungen haben obenliegende Fahrbahn. Für die Pfeiler wurde Betongründung auf Pfählen gewählt, die etwa 2 m in den rd. 0 m unter Flufssohle anstehenden feinen Sand hineinreichen; im übrigen sind die Pfeiler in Bruchsteinmauerwerk mit Hausteinverkleidungen, einfachen Gesimsen und Bekrönungen ausgeführt. Die Hauptträger der Stromöffnungen sind als Träger auf zwei Stützen ausgeführt, mit geradem Untergurt, nach einem Bogen von 270 m Halbmesser gekrümmtem Obergurt, senkrechten Pfosten und gekreuzten Schrägstäben. Sowohl die gedrückten, als auch die gezogenen Schrägstäbe sind steif angeordnet (Abb. 13 u. 14 Bl. 18), desgleichen natürlich die senkrechten Pfosten (Abb. 12 Bl. 18). Die Trägerenden sind auf rd. 4,50 m Länge mit vollen Wänden hergestellt (Abb. 10 Bl. 18). Die Seitenöffnungen haben Hauptträger mit mehrfach gekreuzten Schrägstäben und senkrechten Pfosten. Die Fahrbahnanordnung, aus einzelnen Quer-

trägern mit dazwischengespannten Längsträgern bestehend, auf denen unmittelbar hölzerne Langschwellen liegen, ist dadurch bemerkenswerth, dafs die Untergurte der Hauptträger und die Quer- und Längsträger durch eine aufgelegte 10 mm starke Blechhaut gegen einander abgesteift sind, die somit einen die ganze Brücke bedeckenden Blechboden bildet. Diese Anordnung, die zwar im Verein mit je einem unter den Querträgern in Höhe

Abb. 7. Gewölbeabdeckung.

der unteren Begrenzung des Untergurts und in der Ebene der oberen Platten des Obergurts der Hauptträger liegenden Windverband eine sehr wirksame wagerechte Versteifung bildet und auch bei andren französischen Brücken, z. B. der Brücke über den Ourcq-Canal auf der Gürtelbahn bei Paris zu finden ist, dürfte sich kaum zur Nachahmung empfehlen: denn das Gewicht wird doch sehr dadurch vergröfsert, abgesehen davon, dafs der Blechboden bei Schnee und Eis gefährlich zu begehen ist. Wenn man einmal eine derartige Anordnung wählen will, sollte man gleich noch einen Schritt weiter thun und die Bettung auf den Brücken durchgehen lassen, wie es bei uns vereinzelt geschehen ist und die Americaner es auf ihren Haupt-Schnellzugstrecken in den letzten Jahren wiederholt gemacht haben. Die Wandglieder sämtlicher Hauptträger sind ohne Knotenbleche an die Gurte angeschlossen, was zwar die Herstellung vereinfacht, aber die Anordnung richtiger Niettheilungen unmöglich macht. Unter der Hauptöffnung hängt ein Untersuchungswagen, der in eine Pfeilernische gefahren werden kann, wenn er nicht gebraucht wird (Abb. 8 u. 9 Bl. 18). Das Bauwerk hat rd. 1 140 000 *M* gekostet.

Weiterhin sind folgende Kunstbauten erwähnenswerth: Die beiden Seine-Brücken, eine über den rechten, schiffbaren Arm, die andere über den linken, todten Arm. Erstere hat vier elliptische Bögen von 34 m Weite, 10,30 m Pfeilhöhe und 1,45 m Gewölbestärke im Scheitel. Die Kämpfer liegen 0,50 m unter Mittelwasser. Ueber den Pfeilern und Widerlagern sind überwölbte Hohlräume ausgespart. Die Wasserableitung findet theils durch die Gewölbe, theils nach den Widerlagern statt. Gegründet wurde mit eisernen Senkkasten und Prefsluft (Abb. 1 u. 2 Bl. 19). Die Baukosten betrugen rd. 540 000 *M*. Die zweite Seine-Brücke — ganz ähnlich gebaut wie die erste, nur etwas einfacher in der künstlerischen Ausbildung — hat drei elliptische Bögen von 32 m Weite und 10,30 m Pfeil. Baukosten rd. 440 000 *M*. Viaduct über die grofse Schlucht „La Frette". Sechs Halbkreisbögen von je 10 m Spannweite, 0,80 m Gewölbe-

stärke im Scheitel; Schienenoberkante 22 m über, Gründungssohle 7,50 m unter Thalsohle. Ganze Länge rd. 96 m. Baukosten rd. 200 000 ℳ. **Viaduct bei Meulan.** Eine Seitenöffnung von 11,50 m Weite mit Eisenconstruction; drei Halbkreisbögen von je 18,70 m Weite, 0,95 m Gewölbestärke im Scheitel. Schienenoberkante rd. 11 m über Thalsohle. Gründungssohle bis 15 m unter Thalsohle, daher Senkkastengründung mit Prefsluft. Ganze Länge rd. 88 m. Baukosten rund 225 000 ℳ. **Viaduct über die Bas Vals-Schlucht.** Drei Halbkreisbögen von je 20 m Spannweite, 1 m Gewölbestärke im Scheitel; Schienenoberkante 11,50 m über Thalsohle. Gründung: Beton auf Pfählen. Ganze Länge rd. 86 m. Baukosten rd. 180 000 ℳ. **Viaduct über den Montcient-Bach.** Drei Halbkreisbögen von je 11,50 m Weite, 0,85 m Gewölbestärke im Scheitel. Schienenoberkante 14 m über, Gründungssohle 9 m unter Thalsohle. Prefsluftgründung mit eisernen Senkkasten. Ganze Länge 49 m. Baukosten rd. 150 000 ℳ. **Viaduct bei Triel** (Abb. 9 u. 10 Bl. 19). Zwei Halbkreisbögen von 8 und 9 m Weite, 6 desgl. von 5,10 m Weite. Ganze Länge rund 72 m. Gründungstiefen 3 bis 9 m unter Geländeoberfläche. Gründung durch unmittelbare Mauern auf dem Kalkfelsen. Baukosten 100 000 ℳ. **Viaduct bei Maurecourt.** Drei Halbkreisbögen von je 11 m Weite, 0,80 m Gewölbestärke im Scheitel. Schienenoberkante rd. 15 m über, Gründungssohle 3 m unter Thalsohle. Ganze Länge rd. 52 m. Baukosten 80 000 ℳ. **Viaduct über die kleine Schlucht „La Fratte“.** Drei Halbkreisbögen von je 7 m Weite, 0,75 m Gewölbestärke im Scheitel. Schienenoberkante 12 m über, Gründungssohle 2 m unter Thalsohle. Ganze Länge rd. 33 m. Baukosten 32 000 ℳ.

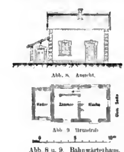


Abb. 8 u. 9. Bahnwärterhaus.

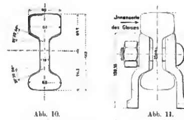

Abb. 10. Doppelkopfschiene von 44 kg.

Abb. 11. Querschnitt der Stofslaschen.

Der 467,50 m lange Tunnel bei Meulan ist für 1200 ℳ für 1 Meter Länge nach belgischer Bauweise erbaut, ohne dafs besondere Schwierigkeiten zu überwinden waren.

Die **Bahnwärterhäuser** wurden nach Text-Abb. 8 u. 9 in einfacher, zierlicher Ausführung hergestellt. Die Wände sind aus Bruchsteinen mit Kalkbewurf und mit Ecken aus abwechselnden Haustein- und Ziegelschichten aufgeführt. Aus letztgenannten Baustoffen bestehen auch die Einfassungen der Fenster und Thüröffnungen. Eindeckung aus Schiefer. Baukosten 4000 ℳ.

Oberbau. Viele französische Eisenbahntechniker scheinen der Ansicht zu sein, dafs für schweren Verkehr der Stuhlschienenoberbau die beste Oberbauart sei. Davon ausgehend hat die Westbahn Ende der achtziger Jahre, als eine durchgreifende Verstärkung ihres Oberbaues erforderlich wurde, eine neue Oberbauform mit 44 kg schweren Doppelkopfschienen (Text-Abb. 10) von 12 m Länge und 1260 Trägheitsmoment, verstärktem Laschenstofs (Text-Abb. 11) mit 17 kg schweren Laschen, Stühlen von 16,2 kg Gewicht eingeführt, die bei Neigungen von 1:200 und schwächeren auf 15 Schwellen, bei stärkeren Neigungen auf 18 Eichen- oder Buchenschwellen ruhen. Schwelleneintheilung nach Text-Abb. 12. Gleichzeitig ging man dazu über, die Holzkeile der älteren Oberbauformen durch Stahlkeile Davidscher Bauweise zu ersetzen (Text-Abb. 13). Man ist mit diesen Keilen sehr zufrieden, rühmt ihnen nach, dafs sie sich nicht losrütteln und die Schienen gut in den Stühlen festklemmen, sowie durch ihre Federkraft die Stöfse der Betriebsmittel in sanfter Weise auf die Stühle übertragen. Die Strecke Argenteuil—Mantes war die erste, welche diesen verstärkten Stuhlschienenoberbau erhielt. Es läfst sich nicht leugnen, dafs das Fahren auf der Strecke ein recht sanftes war, trotzdem die Betriebsmittel nicht gerade hervorragend zu sein schienen. Bekanntlich macht man dem Stuhlschienenoberbau unter anderen den Vorwurf, dafs die Laschen an den Stöfsen nicht so vortheilhaft gegen das Wandern der Schienen nutzbar gemacht werden könnten, wie beim Breitfufsschienenoberbau, wenigstens nicht ohne Verwendung besonderer Stofsstühle. Diesem Uebelstande wollten die französischen Ingenieure keine grofse Bedeutung beimessen, sondern behaupteten, die Schienen würden durch die Stahlkeile so fest in die Stühle eingeklemmt, dafs sie überhaupt keine Neigung zum Wandern hätten. Diese Behauptung liefs sich natürlich nicht durch eine flüchtige Besichtigung auf ihre Richtigkeit prüfen. Um das Losrütteln der Bolzenmuttern an den Stöfsen in Wegeübergängen zu verhüten, hat man Unterlagsplatten mit Gelenkringen angewandt (Text-Abb. 14).

Mit 18 Schwellen.

Mit 15 Schwellen.

Abb. 12. Schwelleneintheilungen.


Die Fläche *AB* legt sich gegen die Schiene.

Abb. 13. Davidkeil.

Auf den eisernen Brücken liegt Langschwellenoberbau, dessen Langschwellen durch Bolzen mit kurzen Längswinkelstücken

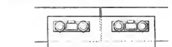


Abb. 14. Schienenstofs auf Wegeubergängen.

verbunden sind (Text-Abb. 15), jedenfalls keine empfehlenswerthe Anordnung. Der Oberbau, wie er auf der freien Strecke aufserhalb der eisernen Brücken verlegt ist, erforderte für 1 m Gleislänge 146 kg Stahl und Eisen und hat mit 15 Schwellen 23.20 ℳ, mit 18 Schwellen 25 ℳ gekostet, ohne die Lieferung und das Einbauen des Bettungsmaterials (Kies), war also recht theuer. Die Nebengleise auf den Stationen sind daher auch aus alten Oberbautheilen hergestellt.

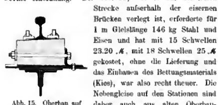


Abb. 15. Oberbau auf eisernen Brücken.

Stationen. Die Stationen wurden mit Rücksicht auf den zu erwartenden bedeutenden Personen- und Güterverkehr nach Ansicht der Bahngesellschaft von vornherein reichlich grofs angelegt, es hat sich aber in den letzten Jahren bereits gezeigt, dafs sie nicht mehr für die ordnungsmäfsige Abwicklung des Verkehrs genügen und daher theilweise schon erweitert werden müssen. Von Argenteuil bis Meulan war mit einem starken Verkehr von Vergnügungsreisenden zu rechnen, weshalb die zwischenliegenden Stationen reichlich mit Anlagen für den Personenverkehr bedacht wurden. Dahin gehören in den Empfangsgebäuden grofse, für die zweite und dritte Wagenklasse gemeinschaftliche Wartesäle, die gleichzeitig als Eintrittshalle dienen; geräumige, nach einer Seite offene Hallen für den Sommerverkehr, als Anbau an die Empfangsgebäude hergestellt. Ferner 180 m lange Bahnsteige und Schutzdächer an der Vorplatzseite und der Bahnsteigseite der Gebäude.

Die Westbahn unterscheidet auf ihren Linien Stationen erster, zweiter, dritter und vierter Klasse sowie Haltepunkte. Dementsprechend sind zwischen Argenteuil und Meulan nur Stationen dritter Klasse und Haltepunkte, zwischen Meulan und Mantes nur Stationen vierter Klasse und Haltepunkte angelegt. Jede Station hat für beide Richtungen je ein Ueberholungsgleis von meistens 500 m nutzbarer Länge; die Ueberholungsgleise wurden beim Bau so angelegt, dafs man nur mittels Zurückdrückens in sie hineinkommen konnte, sind aber inzwischen theilweise mit unmittelbaren Einfahrten umgebaut worden. Die beiden Hauptgleise liegen zwischen dem Hauptbahnsteig und einem Gegenbahnsteig, auf dem sich eine Schutzhalle befindet, und müssen von den Reisenden in Schienenhöhe überschritten werden. Auf den Stationen liegen die Hauptgebäude mit einer einzigen Ausnahme an derjenigen Seite, nach welcher der Ort sich am meisten ausdehnt. Auf den Haltepunkten dagegen liegen sie an dem rechten, für die Fahrt nach Paris benutzten Gleise, um den grofsen Menschenmassen, die sich mitunter abends ansammeln und nach Paris zurückkehren wollen, das Ueberschreiten der Gleise zu ersparen, was bei der geringen Besetzung der Haltepunkte mit Beamten besonders gefährlich wäre. Aus dem gleichen Grunde haben die Gegenbahnsteige einen besonderen Ausgang. An einem Ende der Bahnsteige sind überall Ueberfahrten für Fahrräder. Die Anlagen für den Güterverkehr sind von den Anlagen für den Personenverkehr vollständig getrennt. Abb. 2 Bl. 18 stellt eine Station dritter, Abb. 3 Bl. 18 eine solche vierter Klasse dar, wie sie beim Bau ausgeführt wurden. In Argenteuil wurde, wie erwähnt, ein Verschiebe- und Uebergabebahnhof angelegt, er hat elektrische Beleuchtung, bietet im übrigen nichts Besonderes, was hier Erwähnung verdienen könnte. Die Empfangsgebäude der Stationen dritter Klasse enthalten folgende Räume: eine Eintrittshalle von 9 m × 8,30 m, als Wartesaal zweiter und dritter Klasse dienend; einen Gepäck- und Eilgutraum von 6,15 m × 4,96 m; Aufbewahrungsraum für abzuholende Stückgüter, Fahrkartenausgabe und Diensträume; einen Wartesaal erster Klasse, der mit beiden Wartesälen zweiter und dritter Klasse durch einen Gang in Verbindung steht (Abb. 8 Bl. 19). Im ersten Stockwerk befindet sich die Wohnung des Stationsvorstehers. Die Empfangsgebäude haben Schieferdächer und sind mit massiven Wänden aufgeführt, deren Aufsenflächen Hausteineinfassungen an den Ecken und den Thür- und Fensteröffnungen zeigen, während die zwischenliegenden Wandflächen abwechselnd mit wagerechten Streifen aus braunen und hellgelben Ziegeln hergestellt sind. Der Wartesaal für den Sommerverkehr ist dagegen in Eisenfachwerk erbaut und hat auch einen eisernen Dachstuhl (Abb. 7 Bl. 19). Abweichend hiervon ist in Meulan das Empfangsgebäude selbst auch in Eisenfachwerk hergestellt, um bei geringem Gewicht eine möglichst grofse Steifigkeit zu erzielen, weil der Baugrund nicht genügend tragfähig war, trotzdem man 12 m hohe Grundmauern durch den aufgeschütteten Boden vorgesehen hatte (Abb. 11 Bl. 19). Die Grundmauern tragen zunächst einen in sich geschlossenen Eisenrahmen; auf den Rahmen sind Eisenpfosten gesetzt und dazwischen einzelne Riegel gespannt. Zwischen den Grundmauern und dem Eisenrahmen liegen 14 Hebevorrichtungen, welche dazu dienen, das Gebäude wieder auf die richtige Höhe zu heben, wenn Sackungen vorgekommen sein sollten. Abb. 12 Bl. 19 zeigt, wie derartige Eisenfachwerkbauten, die zur Zeit in Frankreich sehr beliebt sind, sich ansprechend behandeln lassen. Auf den Stationen vierter Klasse sind die Empfangsgebäude entsprechend kleiner ausgeführt und enthalten nach Abb. 16 Bl. 19 folgende Räume: den gemeinschaftlichen Wartesaal zweiter und dritter Klasse von 4,10 m × 7,10 m, der gleichzeitig als Eintrittshalle dient; einen kleinen Warteraum erster Klasse, Gepäckräume, Diensträume und Aufbewahrungsraum für abzuholende Stückgüter. Im ersten Stock befindet sich wieder die Dienstwohnung des Stationsvorstehers. Die Aufsenarchitektur ist anspruchsloser als auf den Stationen dritter Klasse: auf den aus einfachen Sandsteinquadern hergestellten Sockel setzen sich die aus rauhem Bruchsteinmauerwerk aufgeführten Wände, die an den Ecken und neben den Fenster- und Thüröffnungen mit Einfassungen aus Hausteinen und farbigen Ziegeln versehen sind. Die Gebäude sind auch mit Schiefer gedeckt (Abb. 15 Bl. 19). Abb. 3 Bl. 19 zeigt endlich den Grundrifs der Empfangsgebäude auf den Haltepunkten. Das Erdgeschofs enthält einen gemeinsamen Warteraum für alle Klassen, einen Dienst- und Gepäckraum, die Küche und das Speisezimmer des Vorstehers,

der seine übrigen Räume im ersten Stock hat. Hübsch und sachgemäfs sind auch die Nebengebäude auf allen Stationen behandelt. Abb. 4 u. 5 Bl. 18 stellen ein Nebengebäude der Stationen dritter Klasse dar; diejenigen vierter Klasse sind ähnlich, nur in kleineren Abmessungen hergestellt. Ihre Aufsenarchitektur stimmt mit derjenigen der betreffenden Hauptgebäude überein. Alles in allem machen die Baulichkeiten einen sehr ansprechenden Gesamteindruck. Besondere Schwierigkeiten ergaben sich auf der Station Meulan bei Herstellung des Nebengebäudes wegen der hohen Schüttung, auf die es zu stehen kam. Man hat das Gebäude auf den geschütteten Boden gesetzt und aus Eisenfachwerk mit Ziegelausmauerung hergestellt. Das Eisengerippe ruht an jeder Langseite auf einem Rost von Eichenholz — alte Eisenbahnschienen wären wohl besser gewesen —, der Fufsboden wird durch Träger mit zwischengespannten Gewölben getragen (Abb. 4 u. 5 Bl. 19). Ganz ohne feste Verbindung mit dem Gebäude ist die Grube. Sie ist als Blechkasten hergestellt, dessen Innenwände mit Ziegeln ausgemauert sind; Boden und Decke bestehen aus Gewölben zwischen Eisenträgern, das Ganze ruht auf einem Rost von Eichenschwellen. Die Abfallröhren sind lose in einander gesteckt, um ungleiche senkrechte Bewegungen des Gebäudes und der Grube unschädlich zu machen.

Die Hallen auf den Gegenbahnsteigen sind für alle Stationen nach ähnlichem Muster in zwei verschiedenen Gröfsen aufgeführt. Für die Stationen dritter Klasse ist die Länge 24 m, die Breite 5 m, auf den Stationen vierter Klasse sind die entsprechenden Mafse 11,04 m und 2,74 m. Die gröfseren Hallen haben Dächer, die an der Gleisseite 2,55 m, an der entgegengesetzten Seite 0,55 m überstehen; zwei Bedürfnifsanstalten sind eingebaut. Das Fachwerkgerippe ist aus Eisen hergestellt, mit gufseisernen und schweifseisernen Pfosten, auf denen Träger liegen, welche die eisernen Dachbinder tragen. Bei den kleineren Hallen, die gleichfalls in Eisenfachwerk erbaut sind, fehlen die Bahnsteigdächer und Bedürfnifsanstalten. Die Bahnsteige haben auf den Stationen eine Breite von 6,00 m, auf den Haltepunkten von 4,00 m und liegen 0,30 m mit ihrer Vorderkante über Schienenoberkante. Sie sind mit Granitbordsteinen eingefafst, die in Einschnitten untermauert, auf Dämmen mit Kies unterstopft wurden.

Die Güterschuppen haben alle eine Breite von 9,55 m im Lichten, ihre Länge wechselt zwischen 14 m und 28 m. Sie sind massiv aufgeführt, mit Ziegeleindeckung auf eisernen Dachbindern, mit Cementfufsboden und weichen im übrigen von der bei uns üblichen Anordnung nicht wesentlich ab (Abb. 6 Bl. 19), abgesehen davon, dafs die Vorbühnen fehlen. Während die Güterschuppen der in Rede stehenden Linie noch Schiebethore haben, sind bei einigen neueren Linien der Westbahn an Stelle der Schiebethore Vorhänge aus Stahlblech angewandt, die sich auf eine im Innern liegende Welle aufrollen lassen, wenn die Thoröffnungen frei gemacht werden sollen. Die Laderampen sind immer an die Güterschuppen angebaut und sehr geräumig mit Seitenverladung an zwei Seiten und Kopfverladung in der von den beiden Ladeseiten gebildeten Ecke angelegt.

Die Wasserstationen wurden nach Musterentwürfen ausgeführt mit rundem, aus Bruchsteinmauerwerk hergestellten Unterbau, der durch Quadergesimse gekrönt ist. Die Behälter fassen 150 cbm; es ist entweder nur ein einziger Behälter aufgestellt, oder es sind deren zwei neben einander vorhanden (Abb. 6 u. 7 Bl. 18). In Argenteuil war neben vielen Dienstgebäuden und einem Locomotivschuppen ein grofser Umladeschuppen herzustellen, der ganz in Eisenfachwerk, mit 5 m überstehenden Dächern ausgeführt ist. Durch 86 m langen und 22 m breiten Schuppen geht der Länge den nach ein Gleis. (Text-Abb. 16 bis 18).

Signale. Da es von vornherein feststand, dafs zuweilen in derselben Richtung stündlich mehr als fünf Züge fahren würden, hat man gleich elektrische Streckenblockung eingerichtet. Es sind 7 Blockstationen auf freier Strecke, 13 Stationsblockwerke und 2 Blockwerke an Abzweigungen beim Bau angelegt worden, alle nach der Bauart Regnault

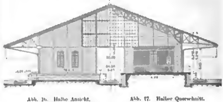


Abb. 16. Halbe Ansicht. Abb. 17. Halber Querschnitt.

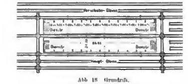


Abb. 18 Grundrifs.

Abb. 16 bis 18. Umladeschuppen in Argenteuil.

mit elektrischen Schlössern und Verwendung von Batterieströmen. Die Blocksignale bestehen aus rechteckigen Scheiben mit rothen und weifsen rechteckigen Feldern für „Halt", ähnlichen Scheiben mit dem Worte „Achtung" in weifser Schrift auf blauem Grunde, die nachts erleuchtet wird, für „Vorsicht", und einer weifsen Scheibe, hinter der die erstgenannten verschwinden können, für „Freie Fahrt". Bei Nacht wird „Halt" durch zwei rothe Lichter, „Freie Fahrt" durch zwei weifse Lichter, beide Male in wagerechter Reihe gegeben. Wenn man ein Signal auf „Halt" stellt, werden durch eine mit ihm verbundene Vorrichtung gleichzeitig in einer bestimmten Entfernung davor zwei Knallpatronen auf die Schienen gelegt. Auch haben alle Blocksignale in Entfernungen von 1200 bis 1800 m Vorsignale (rothe Scheibe oder rothes Licht dem Zuge zugekehrt für „Halt", die Scheibe gleichlaufend mit dem Gleis gestellt, oder weifses Licht dem Zuge entgegen für „Freie Fahrt"), sodafs ein Ueberfahren des Haltesignals an der Blockstation schlechterdings unmöglich ist. Ob durch Anbringung von Vorsignalen der Nachtheil aufgewogen wird, dafs die Blockwerke mit den Blocksignalen nicht in Abhängigkeit stehen, ist wohl fraglich. Durch eine von Aubine erfundene, in die Drahtleitung zum Vorsignal eingeschaltete Vorrichtung mit Druck-

schiene wird das Vorsignal vom fahrenden Zuge auf „Halt“ gestellt, wenn dies vom Wärter versäumt sein sollte. Die Westbahn hat auf dieser Linie, wie auf anderen mit dichtem Zugverkehr, das Achtungs-Blockverfahren eingeführt, bei dem ein Zug unter gewissen Vorsichtsmafsregeln in eine noch besetzte Blockstrecke einfahren darf. Zu dem Zweck ist der

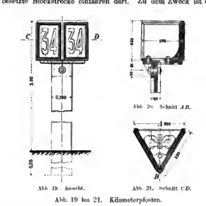


Abb. 19 bis 21. Kilometerpfosten.

Wärter in den Stand gesetzt, mittels eines Schlüssels das elektrische Schlofs seines Blockwerks zu öffnen und das Signal „Achtung“ herzustellen. Eine Sperrvorrichtung hindert ihn jedoch daran, bei dieser Gelegenheit aus Versehen „Freie Fahrt“ zu geben, ohne dafs die nächste Zugfolgestation den zwischenliegenden Blockabschnitt freigegeben hat.

Die Stationen der Strecke Argenteuil—Mantes sind mit elektrischen Uhren der Bauart Bouchart ausgerüstet, die nicht nur auf elektrischem Wege gestellt, sondern auch aufgezogen werden.

Von den Streckenausrüstungsgegenständen sind zu erwähnen: die **Kilometerzeichen**. Sie haben die bei uns ungewöhnliche Höhe von 2 m und sind aus einer alten Schiene mit aufgeschraubtem keilförmigen Gufsstück hergestellt, das nach einer Seite offen ist und auf den beiden geschlossenen Seiten die Nummer auf geschmelzten Platten trägt (Text-Abb. 19 bis 21). Die grofse Höhe erleichtert das Ablesen vom Zuge aus ungemein. Nicht so hoch sind die **Hektometerzeichen**, aus einem Eichenpfahl mit aufgesetzter Platte bestehend. Bei jedem Kilometerzeichen ist ein kleines Lager von Oberbaugegenständen, einigen Schienen, Laschen, Stühlen usw. angelegt. Die Bogentafeln sind aus ⊥Eisen als Pfosten mit oberem Gufseisenrahmen, der eine Platte mit Schmelzüberzug aufnimmt, hergestellt. Höhe = 1 m. Auf die etwas nach hinten geneigte Platte ist Bogenhalbmesser, Länge, Ueberhöhung der äufseren Schiene und die Länge der Ueberhöhungsrampe geschrieben.

Der für die Ausführung bestellten Baubehörde stand ein Chefingenieur vor, der in der Centralverwaltung zu Paris safs und den Bau unter Oberaufsicht der Directoren der Gesellschaft leitete. Diesem waren sechs Streckenabtheilungen unterstellt, die je mit einem Ingenieur als Vorstand und einem bis drei Ingenieuren als Vertreter des Vorstandes und Streckeningenieure, sowie zwei bis fünf Bauaufsehern, einem Zeichner und einer Schreibhülfe besetzt waren. Bei der Vergebung der Leistungen und Lieferungen beobachtete die Baubehörde das Abbietungsverfahren. Es wurden 4 bis 53 v. H. vom Kostenanschlage abgeboten. Das geringste Abgebot von 4 v. H. wurde für die Eisenconstructionen, das höchste von 53 v. H. für die Kieslieferungen abgegeben. Die Bauzeit betrug für die ganze Strecke etwas über vier Jahre. Frahm.

Ueber den Werth der planmäfsigen Beobachtungen für die Entwicklung des Gleisbaues.

Der rein wissenschaftlichen Behandlung des Gleisbaues sind dadurch enge Grenzen gezogen, dafs im Gleise Kräfte auftreten, deren Wirkungen weder durch Beobachtungen genügend festgestellt sind, noch nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft rechnerisch entwickelt werden können. Das Gleis ist einerseits ein statisches Gebilde, unterscheidet sich aber trotz der Einfachheit seiner Zusammensetzung wesentlich dadurch von den meisten statischen Trägergefügen, dafs die wichtigste Forderung, die feste Lage der Hauptstützpunkte, nicht erfüllt ist. Anderseits ist es ein mechanisches Gebilde, dessen Bewegungen jedoch nicht wie in einem Mechanismus gewöhnlicher Art von vornherein bezweckt und in bestimmte Bahnen gewiesen sind, vielmehr als unvermeidliche Begleiterscheinungen der Kraftäufserungen auftreten, zwar gesetzmäfsig, aber wechselreich und schwer bestimmbar in ihrer Art und in ihrer Wirkung. Dergleichen Begleiterscheinungen zeigen sich zwar auch an anderen durch bewegliche Lasten beeinflufsten Trägersystemen, in der Regel jedoch als nebensächliche Vorgänge, welche nur von untergeordneter Bedeutung für die Standsicherheit und Dauerhaftigkeit des Ganzen sind, während sie am Oberbau einen weit gröfseren Einflufs auf den Zusammenhang, die Dauerhaftigkeit und die Lage des ganzen Gefüges und seiner einzelnen Bestandtheile ausüben als die rein statische Beanspruchung.

Die statische Berechnung des Gleises bedarf vor allem bestimmter Zahlenwerthe, mit deren Hülfe das Verhalten der Stützlager entwickelt werden kann. Bekanntlich wurden diese Werthe durch eingehende Untersuchungen der elastischen Eigenschaften der Unterbettung gewonnen, welche zu gewissen Verhältnifszahlen zwischen dem Druck und dem elastischen Nachgeben der Bettung, zu den sogenannten Bettungsziffern führten. Gegen die Einführung dieser Bettungsziffern in die Rechnung könnte geltend gemacht werden, dafs die elastischen Eigenschaften der Bettung thatsächlich nicht so übereinstimmend sind, als sie durch einzelne Versuche gefunden wurden, dafs namentlich durch Witterungseinflüsse und durch die Beweglichkeit des Untergrundes die Widerstandsfähigkeit und die elastischen Eigenschaften der Bettung wenigstens zeitweise stark geändert werden, dafs ferner nicht alle Stützen gleichmäfsig auf der Bettung lagern, und hier-

durch ganz andere Spannungen verursacht werden, als die Rechnung ergiebt. Dafs diec thatsächlich für viele Gleisstrecken zutrifft, kann nicht in Abrede gestellt werden. Durch den Einflufs der Nässe verlieren gewisse Bettungs- und Bodenarten in so hohem Mafse an Widerstandsfähigkeit und schaffen dem Gestänge eine so unregelmäfsige Lagerung, dafs die Voraussetzungen der Rechnung bei weitem nicht mehr zutreffen. Durch die unbegrenzte Kraft des Frostauftriebes wird offenbar das Gleis in eine gewaltsam gespannte Lage gezwungen, welche an sich schon gröfsere Beanspruchungen hervorbringt als die Belastung durch den Betrieb.

Indessen darf nicht verlangt werden, dafs allen solchen willkürlichen Zuständen die statische Berechnung des Gleises Rechnung tragen kann oder überhaupt soll. Ein tragfähiges Gleis ist nur herstellbar, wenn bestimmte oder doch in gewissen engeren Grenzen sich bewegende, gesetzmäfsige Erscheinungen und Zustände vorausgesetzt werden können. Die Rechnung weist darauf hin, welche Eigenschaften von der Bettung verlangt werden müssen, damit das Gestänge statisch nicht überlastet wird, und es ist nun Sache des Gleisbaues, dieser Forderung in der Anordnung der Bettung gerecht zu werden. Solange diese Grundbedingung nicht erfüllt, solange nicht eine standfähige, von der Witterung unbeeinflufste Bettung geschaffen ist, bleibt es unmöglich eine Gleisform zu finden, welche sich allen Anforderungen und Zuständen anpassen liefse. Wo indessen diese Vorbedingungen erfüllt sind, zeigt die Beobachtung und die Erfahrung, dafs die den Berechnungen zu Grunde gelegten statischen Gesetze sehr wohl auf die Bettung anwendbar sind, dafs es ferner der Gleisunterhaltung keine sonderlichen Schwierigkeiten bereitet, eine genügend gleichmäfsige Lagerung des Gestänges in der Bettung zu erreichen, wenigstens solange das Gestänge noch keine weitgehenden Formveränderungen erlitten hat.

Die Rechnung ist daher imstande ein Gleis zu schaffen, welches allen nur möglichen ruhenden Laststellungen genügt und in allen seinen Theilen gleichmäfsig tragfähig und widerstandsfähig ist. Mehr aber erreicht sie nach ihrem jetzigen Stande nicht, der Wirkung der lebendigen Last, dem wechselreichen Einflufs der Belastungsänderungen kann sie nicht gerecht werden. Zwar liegt es nicht aufserhalb der Möglichkeit, aus der Form der Bahn, den elastischen Eigenschaften der Stoffe, den bekannten Massen der Betriebsmittel und des Gleises und aus der Fahrgeschwindigkeit sowohl die veränderte statische Belastung als auch mit Hülfe bekannter mechanischer Gesetze die Gröfse der lebendigen Kräfte und hieraus wieder die Bewegungen und Spannungen im Gleise abzuleiten, doch würde zur Zeit wohl jeder Versuch, auf diesem Wege zu praktisch brauchbaren Ergebnissen zu gelangen, scheitern an der lückenhaften Kenntnifs der wirklichen Zustände, an dem Fehlen bestimmter Werthe nach Zahl und Mafs, auf welche die Rechnung sich stützen könnte.

Anderseits darf nicht übersehen werden, dafs die rein statische Berechnung zu Constructionsgrundsätzen führen kann, welche zwar den statischen Bedingungen voll entsprechen, den mechanischen aber schnurstracks zuwiderlaufen, wie etwa die starre Unterstützung der Schienenenden am stumpfen Stofs. Jedenfalls genügt, wie auch die Erfahrung lehrt, die einseitig statische Behandlung nicht zur zweckmäfsigen Gestaltung eines Gleises, sie ist vielmehr nur als die erste Stufe in der Erkenntnifs der Bedingungen anzusehen, welchen ein Gleis von gröfster Widerstandsfähigkeit und Dauerhaftigkeit zu entsprechen hat. Die weitere Aufgabe ist, die thatsächlichen Anstrengungen des mechanisch beanspruchten Gleises zu erforschen und wissenschaftlich für den Gleisbau zu verwerthen.

Alle hier in Frage kommenden mechanischen Wirkungen lassen sich ableiten aus der Gröfse der bewegten Massen und aus der Art der Bewegungen, namentlich deren Geschwindigkeit. Bewegungen, welche in ihrem ganzen Verlauf langsam vor sich gehen, können als Wirkung einer allmählich veränderten ruhenden Last betrachtet und nach statischen Gesetzen behandelt werden. Bewegungen, welche mit schnellem Wechsel der Geschwindigkeit und der Bewegungsrichtung verbunden, also als Stofsbewegungen aufzufassen sind, lassen sich ebenfalls in ihrer Art und Wirkung noch bestimmen, solange die durch den Stofs hervorgerufenen Spannungen innerhalb der elastischen Grenzen des Stoffes verbleiben. Uebersteigt indessen die örtliche Beanspruchung des Stoffes durch den Stofs diese Grenzen, so entstehen infolge Ueberanstrengung des Stoffes dauernde Formveränderungen, welche rechnerisch unbestimmbar sind. Denn die Vorgänge im überanstrengten Stoffe sind zu wenig bekannt, um in die Rechnung eingeführt werden zu können. Von wie grofsem praktischen Werth aber die Kenntnifs gerade dieser Vorgänge sein mufs, geht aus dem Umstande hervor, dafs jeder hauptsächliche Bestandtheil des Gleises irgend welchen dauernden Formveränderungen unterworfen ist und dafs diese Formveränderungen fast ausschliefslich die Schuld tragen an dem vorzeitigen Verfall des ganzen Gleises.

Wenn es nun der reinen Wissenschaft versagt ist, mit eigenen Mitteln in diesem wenig aufgeschlossenen Gebiete vorzudringen, so müssen ihr andere Hülfsmittel zur Verfügung gestellt werden, und zwar die Beobachtungen der wirklichen Zustände, wie sie in gleicher Weise auch in anderen Zweigen der Wissenschaft überall da eintreten müssen, wo die reine Theorie thatsächlicher, nicht aus ihr selbst zu gewinnender Grundlagen bedarf.

Auf welche Einzelerscheinungen sich nun diese Beobachtungen zu erstrecken haben, ist im voraus nur in grofsen Umrissen bestimmbar. Weiterhin mufs einerseits den Ergebnissen der Untersuchungen selbst, anderseits den im Betriebe gewonnenen Erfahrungen und der Vervollkommnung der Rechnungsverfahren überlassen bleiben, die richtigen Wege vorzuzeichnen. Nur einige allgemeine, auf Einzelversuche gestützte Andeutungen mögen daher hier angeschlossen werden.

Die Bettung und ihre Unterlage erhalten die Angriffe der äufseren Kräfte erst in letzter Linie, vielfach abgeschwächt und ausgeglichen durch die Tragfähigkeit und Elasticität des Gestänges, sind aber nichtsdestoweniger, weil sie des einheitlichen Gefüges entbehren, leichter örtlichen Veränderungen ausgesetzt, als die festgefügten Stoffe des Gestänges selbst. Die Thatsache, dafs das Gleis nach und nach tiefer in die Bettung einsinkt, ist ein Beweis, dafs irgendwo in der Unterbettung Ueberanstrengungen stattfinden, welche die Lagerung und den Zusammenhang des Bettungsstoffes ändern. Hierbei spielt nun eine Reihe von Nebenerscheinungen eine bedeutsame Rolle, wie die Bewegung des Wassers innerhalb der Bettung oder zwischen Bettung und Schwelle während jeder Be- und Entlastung des Gleises. Sie hat zur Folge, dafs die feineren Theile der Bettung ausgespült, die zurückbleibenden aber in

ihrer Lagerung gelockert werden. Ferner kommen in Betracht die gleitenden Bewegungen des Gestänges auf der Bettung, die Arbeit der Stopfhacke, die Verwitterung, welche den gröberen Bettungsstoff nach und nach zerkleinern und der Nässe neue Angriffspunkte gewähren.

Aber abgesehen von diesen Nebenerscheinungen bleibt festzustellen, wie die Stofswirkungen für sich allein auf die Bettung einwirken, ob regelmäfsig wiederkehrende gesetzmäfsige Vorgänge beobachtet werden können, welche die Lagerung des Gestänges in bestimmter Richtung beeinflussen. Schwebt z. B. aus irgend einer Ursache eine Schwelle frei über der Bettung, so wird unter einer langsam bewegten Last die Bettung an dieser Stelle weniger belastet als unter den Nachbarschwellen, und die Folge wird vielleicht sein, dafs die Nachbarschwellen nach und nach mehr in die nicht vollkommen elastische Bettung einsinken, als die freischwebende Schwelle, bis ein Zustand gleichmäfsiger Lagerung aller Schwellen auf der Bettung erreicht ist. Bewegt sich die Last aber mit gröfserer Geschwindigkeit, so wird die freischwebende Schwelle stofsweise gegen die Bettung geworfen. Die Bettung kann an dieser Stelle trotz der statischen Entlastung doch durch den Stofs mehr in Anspruch genommen werden als unter den festgelagerten Nachbarschwellen und kann unter der hohlliegenden Schwelle noch weiter zurückweichen, bis sich ein Zustand herausbildet, in welchem die Bettung unter allen Schwellen gleich stark beansprucht wird. Die nun weiter folgenden dauernden Einsenkungen des Gestänges werden überall gleichmäfsig vor sich gehen. Trifft diese Voraussetzung zu, so besitzt die Bettung die Fähigkeit sich selbst eine Form zu geben, welche den Angriffskräften am besten entspricht, sich also in einen Körper von gleichmäfsigem Widerstand zu verwandeln. Solche Erscheinungen sind indessen wegen der Starrheit des Gestänges weniger bei einzelnen Schwellen als bei ganzen Schwellengruppen vorauszusetzen. Hierbei könnte sich der Vorgang in der Weise abspielen, dafs die längeren freischwebenden Gleisstrecken durch die festliegenden Nachbarstrecken nicht mehr genügend gestützt werden können und je länger je tiefer in die Bettung einsinken, bis Verbiegungen im Gestänge eintreten. Dafs ähnliche Vorgänge in wenig widerstandsfähigen Bettungsarten und unter Mitwirkung der Nässe thatsächlich stattfinden, zeigt die Erfahrung.

In der Nähe der Schienenstöfse wird im allgemeinen infolge der verstärkten Schlagwirkungen auch eine stärkere Beanspruchung der Bettung vorausgesetzt. Ob diese Voraussetzung thatsächlich überall zutrifft, ob und wie weit etwa jetzt schon durch gebräuchliche Stofsanordnungen erreicht wird, die wirkliche Beanspruchung der Bettung an den Stöfsen in gleichen Grenzen zu halten als an den übrigen Stellen, müssen weitere Beobachtungen ergeben. Die Nachgiebigkeit der Bettung macht sich in der Erscheinung kenntlich einmal durch das dauernde Einsinken des ganzen Gestänges, sodann durch die freischwebende Lage einzelner Unterstützungen. Beide Erscheinungen bieten der Beobachtung keine sonderlichen Schwierigkeiten.

Weiter ist es von Werth für die Beurtheilung der Tragfähigkeit der Bettung und für die Gestaltung des Bettungskörpers zu beobachten, wie die Verschiebung der einzelnen Theilchen des Bettungsstoffes gegen einander vor sich geht, wohin die verdrängten Theile wandern, und wo sie etwa schliefslich zur Ruhe kommen. Schuberts Versuche haben hierüber bereits bemerkenswerthe Aufschlüsse gegeben. Es wäre nur zu wünschen, dafs diese Versuche im Betriebsgleise selbst fortgesetzt würden, wenn auch die ganz erheblichen Schwierigkeiten nicht verkannt werden sollen. Besonders werthvoll ist es zu erfahren, welche Bettungsarten geeignet sind, bei tragfähigem Untergrund seitliche Wanderungen des Bettungsstoffes unter den Schwellen zu verhüten, sodann welche Anordnung und Stärke der Bettung im Betriebsgleise zu geben ist, um nachgiebigere Bodenarten des Untergrundes vor schädlichen Verdrückungen zu bewahren. Ebenso wünschenswerth wäre es, Versuche, wie sie von Schubert über den Einflufs der Festigkeit und der Form des Bettungsstoffes an kleinen Proben ausgeführt wurden, auf das Betriebsgleis selbst auszudehnen und dabei die thatsächlichen Untergrundsverhältnisse zu berücksichtigen, weiter aber den Wirkungen nachzugehen, welche die gröfsere Härte und die geringere Elasticität der Bettung auf die mechanische Beanspruchung des Gleisgestänges ausüben.

Leichter als der lose Bettungsstoff lassen sich naturgemäfs die festgefügten Stoffe des Gestänges der Beobachtung unterwerfen.

Die Holzschwellen sind in erster Linie zerstörenden Einflüssen ausgesetzt, welche nicht von der Bauart des Gleises, sondern von der Natur und der Behandlungsart des Holzstoffes abhängig sind, nämlich der Rissebildung und der Fäulnifs. Die Beobachtung dieser Vorgänge und die Mittel zu deren Bekämpfung bilden ein Untersuchungsgebiet für sich und mögen als unabhängig von den mechanischen Vorgängen im Gleise hier nicht weiter erörtert werden. Die mechanischen Einwirkungen auf die Holzschwellen zeigen sich in untergeordnetem Mafse an den Berührungsstellen zwischen dem Holz und der Bettung, in verstärktem Mafse aber an den Berührungsflächen zwischen dem Holz und den Schienen oder deren Unterlagsplatten. Die Formveränderungen entstehen hier einerseits durch Zusammenpressen des Holzes unter dem ungleich starken, oft stofsweise wirkenden Druck, anderseits durch wirkliche Abnutzungen, verursacht durch gleitende Bewegungen der Schienenlager auf dem Holz. Beide Ursachen wirken offenbar um so entschiedener, je weniger innig die Schwellen mit den Schienen verbunden sind. Bei loser Verbindung wird aufserdem die Abnutzung durch den eindringenden Bettungsstoff bedeutend vermehrt (Abb. 3). Schädlich werden diese Abnutzungen zunächst dann, wenn sie schneller den Verfall der Schwellen herbeiführen als die Fäulnifs. Der Umfang der Abnutzungen läfst sich durch Messungen ohne Schwierigkeit feststellen, ebenso werden sich bestimmte Beziehungen zwischen den Abnutzungen der einzelnen Holzarten und der übergeführten Betriebslast, der Gröfse und Art der Lagerplatten und ihrer Befestigungsweise ermitteln lassen.

Jedoch nicht allein die Gröfse der Abnutzung, sondern auch ihre Form verdient Beachtung. Eine gröfsere Abnutzung, welche die Verbindung des Gleises und die gegenseitige Lage der Gleistheile weniger stört, kann von viel geringerem Schaden sein, als eine geringere Abnutzung, welche einen Wechsel in der gegenseitigen Stellung der Gleistheile mit sich bringt. Die Lagerfläche des Holzes wird an jeder Stelle wahrscheinlich in gleichem Verhältnisse zu dem Drucke abgenutzt, welcher auf diese Stelle wirkt. Der Querschnitt des

Abnutzungskörpers giebt daher unmittelbar ein Bild der Druckvertheilung auf die Lagerfläche, gleichbedeutend mit den bekannten Spannungsbildern statisch belasteter Querschnitte (Abb. 1). Aus der Form des Abnutzungsquerschnittes läfst sich also durch wiederholte Beobachtungen die wirkliche Lage der Mittellinie des Druckes gegen die Lagerfläche finden. Ergiebt nun schon die Rechnung, dafs selbst eine geringe Abweichung der Mittellinie des Druckes von der Mittellinie der Stützfläche bei den üblichen Abmessungen der Unterlagsplatten sehr ungleiche Druckvertheilungen zur Folge hat (Abb. 1), so ist die Erscheinung leicht erklärlich, dafs die in den Schwellen ausgebildete Lagerfläche oft so erheblich von der Richtung der ursprünglichen Lagerfläche abweicht. Die



Abb. 1. Abnutzung der Holzschwellen unter den Schienen.

Abb. 2. Abnutzung der Holzschwellen unter Hakenplatten. Form 6^d, 2 Jahre alt.

unmittelbaren Folgen dieses Vorganges sind weitgehende Spurveränderungen, unter denen erfahrungsmäfsig namentlich die Gleise mit weichen Holzarten viel zu leiden haben. Besonders auffällig ist diese Erscheinung bei Verwendung von Hakenplatten zur Oberbauform 6^d wegen ihrer stark einseitigen Belastung durch die Schiene (Abb. 2).

Wie nun die weiteren Beobachtungen ergaben, zeigt die Abnutzung unter Platten, die in der Mitte belastet sind, im einzelnen zwar mannigfache Formen, anderseits jedoch gewisse unverkennbare Uebereinstimmungen in den Formrichtungen. In der geraden Strecke überwiegt fast ohne Ausnahme die Abnutzung unter der inneren Schienenkante (Abb. 3),



Abb. 3. Abnutzung der kiefernen Schwellen in gerader Strecke. Nagelbefestigung. 9 Jahre alt.

ebenso in dem Aufsenstrange von Krümmungen, selbst hinab bis zu Halbmessern von 750 m, während in den inneren Strängen der Krümmungen der Druck an der Aufsenkante vorwiegt (Abb. 4). Weitere Beobachtungen, namentlich an weichen Schwellenhölzern, müssen darüber Aufschlufs geben, welche Lage der Schiene zur Unterlagsplatte am günstigsten ist, und welche Ausdehnung den Unterlagsplatten gegeben werden mufs, um schädliche Spurveränderungen zu verhüten.

Eine sehr beachtenswerthe Eigenschaft der Holzschwellen ist ihre elastische Nachgiebigkeit unter der Last. Erreicht das Mafs der Zusammendrückung in der Regel auch nur den Bruchtheil eines Millimeters, so ist doch zu berücksichtigen, dafs die senkrechten Bewegungen der Schienen durch Stofswirkungen ebenfalls von nur geringem Ausschlag sind, dafs daher schon eine geringe Elasticität der Schwellen viel zur Verminderung der Stofswirkung auf das Bettungslager beitragen kann.

Wieder wesentlich anders als das Holz verhält sich den Ueberanstrengungen gegenüber das Eisen. Die Abnutzungen bestehen hier einerseits in dem Stoffverlust, hervorgerufen

Abb. 4. Abnutzung der kiefernen Schwellen in einer Curve von 750 m Halbmesser. — Schraubenbefestigung. 7 Jahre alt.

durch Gleitbewegungen der Räder auf den Schienen und der Oberbautheile aneinander. In letzterer Hinsicht kommt in Frage die Reibung der eisernen Unterschwellung an dem harten Bettungsstoff, welche den dünnwandigen eisernen Schwellen offenbar viel schädlicher ist als den massigeren Holzschwellen. Dasselbe gilt von dem Gleiten der Schienen auf den eisernen Schwellen, wenn diese nicht durch besondere Zwischenlagen geschützt sind. Anderseits erscheint die Abnutzung am Eisen als Stoffverdrückung, welche vorzugsweise an den zunächst dem Radangriff ausgesetzten Oberbautheilen, also den Schienen, auftritt. Die Verdrückungen sind gewaltsame Verschiebungen der Stofftheile gegeneinander, hervorgebracht durch stofsartige Belastungen oder durch Gleiten der Last auf der Unterlage. Sie führen früher oder später, je nach der Zähigkeit des Stoffes, zur Lockerung des Gefüges, und zwar zur Abtrennung gröfserer Stücke, namentlich als Folge gleitender Bewegungen, oder zur Bildung tiefer Risse als Folge häufiger und starker Schläge, also vorzugsweise an den Stofslücken. Der grofse Schaden der Verdrückungen gegenüber den gewöhnlichen gleichmäfsigen Abnutzungen besteht darin, dafs die letzteren den übrig bleibenden Stoff in seiner Festigkeit und in seinem Zusammenhange wenig stören, die Verdrückungen aber das Gefüge bis in das Innerste angreifen und lockern. Die Verdrückungen durch gleitende Bewegungen lassen sich wohl durch die Wahl eines geeigneten harten Stoffes in hohem Grade abschwächen, nicht aber die Verdrückungen durch Schlagwirkungen, denen auch der härteste Stoff unterliegen mufs.

Das Mafs der Verdrückungen steht offenbar in einem bestimmten Verhältnifs zur Masse der aneinander schlagenden Theile, zu der Spannung, welche diesen Theilen beim Beginn des Stofses bereits innewohnt, und zur Anschlagsgeschwindigkeit; es ist ferner abhängig von der Beschaffenheit des Stoffes und der Form der aneinander schlagenden Theile. Die Formen dieser Stücke, also des Rades und des Schienenkopfes, sind in ziemlich engen Grenzen als feststehend zu betrachten, ebenso die Massen der Fahrzeuge, veränderungsfähig bleiben daher im wesentlichen nur die Masse des Gleises, die Anfangsspannung und die Anschlagsgeschwindigkeit. Als Masse des Gleises sind in diesem Falle nur die Theile zu betrachten, welche durch den Schlag augenblicklich in Bewegung gesetzt werden, nicht aber die Gleistheile, auf welche erst nach einem gewissen Zeitraum die Bewegung elastisch übertragen wird. Je leichter, je beweglicher und je weniger gespannt nun der zunächst getroffene Theil, beispielsweise das Schienenende, ist, desto vollkommener wird er dem Stofs ausweichen und ihn elastisch auffangen können, also vor Verdrückungen geschützt sein. Anderseits wird eine zu weit gehende örtliche elastische Sen-

kung dadurch schädlich wirken können, dafs sie die senkrechten Bewegungen der schweren Masse des belasteten Rades vermehrt und bei dem schnellen Wechsel dieser Bewegung neue vermehrte Angriffe schafft. Für die Stofsverbindungen wird es von wesentlichem Vortheil sein, die schwere Masse des Rades von allen plötzlichen, stofsförmigen Bewegungen, wenn sie auch von noch so geringem Ausschlag sind, auszuschliefsen, die unvermeidlichen Stofsbewegungen aber nach Möglichkeit zu verlangsamen und durch eine leichte, nachgiebige Unterlage aufzufangen. Die neueren Verbindungen auch des stumpfen Stofses gehen darauf aus, dem Rade eine möglichst starre ebene Bahn zu schaffen, ohne auf elastische Nachgiebigkeit der ganzen Verbindung Gewicht zu legen. Doch lehrt die Erfahrung, dafs selbst bei vollkommen starrer Verbindung der Schienen mit einander doch an den äufsersten Enden der Schienen und an den Stützflächen der Laschen bald örtliche Angriffe und Verdrückungen sich ausbilden, welche ihrer Art nach nicht etwa einer schwachen oder gelockerten Verbindung, sondern gerade deren Starrheit ihre Entstehung verdanken (Abb. 5).

Abb. 5.

Ueber die Natur der **Vorgänge an den Stöfsen** wird erst dann Klarheit gewonnen werden können, wenn es gelingt, die Bewegungen selbst in ihrem Verlaufe zu beobachten und sie mit der Bauart und dem Zustand des Gleises in Beziehung zu bringen. Die Möglichkeit, diese kleinen Bewegungen mit der nöthigen Genauigkeit aufzugreifen, ist nicht ausgeschlossen. Wenn auch ein vollkommen festbleibender Punkt, auf welchen die Bewegungen bezogen werden könnten, nicht zu schaffen ist, so mufs berücksichtigt werden, dafs es sich vorzugsweise um örtliche schnelle Bewegungswechsel im Gestänge handelt, welche die tieferen

Abb. 6. Senkung des Untergrundes in einer Tiefe von 1,10 m unter Schienen-Oberkante.

Bettungslagen nicht mehr beeinflussen. Ein tief in den Untergrund am Gleise eingeschlagener Pfahl nimmt zwar an der allmählichen Senkung des Untergrundes unter der anrückenden Last theil (Abb. 6), doch nicht an dem plötzlichen geringfügigen Bewegungswechsel im Gestänge, um den es sich handelt. Einige in dieser Richtung angestellte Versuche mögen hier kurz erwähnt werden.

Um die senkrechten Bewegungen am stumpfen Stofs darzustellen, wurden an je drei Stellen der gestofsenen Schienen, und zwar an deren äufserstem Ende und in der Nähe der ersten und der zweiten Schwelle Zinkplättchen befestigt. Ihnen gegenüber befand sich ein Lineal von 2 m Länge, welches auf zwei tief eingeschlagenen Pfählen ruhte (Abb. 7). Am Lineal waren sechs Schreibstifte mit Stahlspitzen befestigt, welche durch Federn an die Zinkstreifen angedrückt wurden. Um nun den wirklichen Verlauf der einzelnen Bewegungen darzustellen, war es nöthig, das Lineal mit den Schreibstiften während der Ueberfahrt in wagerechter Richtung zu verschieben. Diese Verschiebung führte das überfahrende Rad selbst aus mittels einer Druckschiene, welche durch Hebelübertragung mit dem Lineal verbunden wurde (Abb. 8). Die Druckschiene erhielt eine Länge von 2 m und war an der Oberfläche so geformt, dafs sie bei der Ueberfahrt mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit abwärts gedrückt wurde und auf das Lineal mit den Schreibstiften eine nahezu gleichmäfsige wagerechte Bewegung von etwa 3 cm übertrug. Auf diese Weise wurden sechs Bilder gewonnen, welche den Verlauf der senkrechten Bewegungen an sechs bestimmten Stellen des Gleises darstellten. Je eines dieser Bilder, und zwar vom äufsersten Schienenende, zeigen die Abbildungen 9a und 10a in dreifachem Mafsstabe. Da alle sechs Schreibstifte genau übereinstimmende wagerechte Be-

Abb. 7.

Abb. 8

wegungen ausführen, so ist auch die Möglichkeit gegeben, aus den gewonnenen sechs Bildern beliebig viele Darstellungen der wirklichen Gleislagen während der Ueberfahrt über die Stofsstrecke unter den verschiedenen Laststellungen zu entnehmen. Abb. 9b veranschaulicht einige dieser Gleislagen an einer neuen, noch sehr wenig abgenutzten Stofsverbindung, Abb. 10b ebenso an einem bereits stark angegriffenen Stofs. Der Verlauf der Bewegungen an beiden beobachteten Stöfsen ist einander gleichartig, in den Abmessungen jedoch verschieden. Vor dem Ueberfahren der Stofslücke wird das Gleis entlastet und hebt sich, um sodann beim Aufschlag des Rades auf die Anlaufschiene plötzlich abwärts geworfen zu werden. Die plötzliche Ge-

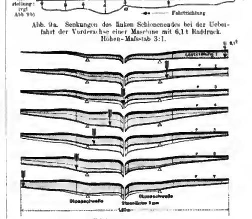


Abb. 9a. Senkungen des linken Schienenendes bei der Ueberfahrt der Vorderachse einer Maschine mit 6,1 t Raddruck. Höhen-Mafsstab 3:1.

Abb. 9b. Gleissenkungen bei der Ueberfahrt der Vorderachse einer Maschine mit 6,1 t Raddruck. — Höhen-Mafsstab 3:1.

schwindigkeitsänderung beträgt zu diesem Zeitpunkte (bei *a* in Abb. 9a) 0,22 m und (bei *a* in Abb. 10a) 0,40 m in der Secunde. Dem Anprall des Rades folgen schwingende Bewegungen im Gleise von gröfserer oder geringerer Ausdehnung und Anzahl. Die Beobachtung zeigt weiter, dafs durch den Schlag an der Stofslücke das Gleis an den hölzernen Stofsschwellen im allgemeinen nicht tiefer gesenkt wurde als bei der Laststellung über der Stofsschwelle selbst, dafs also der Schlag an der Stofslücke keine erhöhte Belastung der Bettung zur Folge hatte. Schliefslich läfst sich aus der Aufnahme auch leicht derstellen, in welchem Mafse und mit welcher Geschwindigkeit das Rad an den senkrechten Bewegungen theil nimmt. Die Eigenthümlichkeit aller dieser so

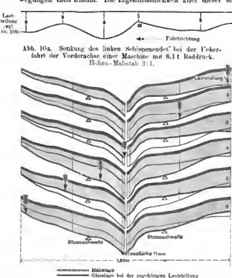


Abb. 10a. Senkung des linken Schienenendes bei der Ueberfahrt der Vorderachse einer Maschine mit 6,1 t Raddruck. Höhen-Mafsstab 3:1.

Abb. 10b. Gleissenkungen bei der Ueberfahrt der Vorderachse einer Maschine mit 6,1 t Raddruck. — Höhen-Mafsstab 3:1.

einflufsreichen Bewegungen an den Schienenstöfsen kennen zu lernen, wird erst durch Erweiterung der Beobachtungen und Verbesserung der Beobachtungsmittel möglich sein.

Neben den Formveränderungen der Schienen an den Stöfsen sind für die Lage und das sonstige Verhalten des Gleises die **Verkrümmungen der Schienen** über ihre ganze Länge von den nachtheiligsten Folgen. Die Erscheinung hat ihre Ursache offenbar in der Streckung des Kopfes durch das überrollende Rad, wird im übrigen wohl beeinflufst durch die Art des Schienenstoffes und durch die Form der Schiene, namentlich ihre Höhe, ferner durch die Schwere des ganzen Gestänges und durch die mehr oder weniger feste Lagerung des Gleises in der Bettung. Die grofsen Nachtheile dieser Erscheinung werden fast bei allen alten Gleisen empfunden. Es gelingt hier nicht mehr, der Schienenoberfläche die Stetigkeit in der Richtung und den beiden Strängen die gleichmäfsige gegenseitige Höhenlage zu geben, welche bei schneller Fahrgeschwindigkeit von so hohem Werth ist, die Fahrzeuge nehmen einen unruhigen, schwankenden Lauf an und keine Kunstgriffe in der Gleisunterhaltung vermögen mehr dieses Mifsstandes Herr zu werden. Die Nachtheile der unregelmäfsigen langgestreckten Schienenverkrümmungen sind vielfach gröfser als die Nachtheile der kurzen, schnell durchfahrenen, dabei symmetrisch in beiden Strängen auftretenden Stofssenkungen. Die Untersuchung hat hier die Aufgabe, festzustellen, in welcher Form sich die Krümmungen ausbilden, wie schnell sie zunehmen, von welchen äufseren Einwirkungen und welchen inneren Zuständen im Gleise sie begünstigt oder abgeschwächt werden.

In unmittelbarer Wechselwirkung mit den Schienen stehen die **Schienenlaschen**. In ihrer jetzigen Form entsprechen sie von allen Bestandtheilen des Oberbaues wohl am wenigsten den statischen, geschweige denn den mechanischen Anforderungen, welche an ein so wichtiges Glied zu stellen sind. Dr. H. **Zimmermann** weist in seiner Berechnung des Oberbaues nach, dafs die Beanspruchung der Laschen statisch nicht bestimmbar ist, nach annähernder Berechnung aber bereits unter der ruhenden Last das zulässige Mafs überschreitet, ein Beweis, wie unvollkommen und statisch unklar sich gerade dieses Glied entwickelt hat. Er hebt ferner hervor, dafs die eigentliche Wirkungsweise der Laschen noch nicht genügend bekannt und erst durch Versuche festzustellen ist. Die Beobachtungen in dieser Richtung werden vorzugsweise auf die Bewegungen zu richten sein, welche die Laschen in Wechselwirkung mit den Schienen unter der rollenden Last ausführen, und auf die Abnutzungen und Formveränderungen, welche die Laschen ebenfalls in Wechselwirkung mit den Schienen erleiden. Zur Darstellung der Bewegungen würden die gleichen Mittel verwendbar sein, wie für die Darstellung der Schienensenkungen. Unzweifelhaft würde aber auch die Photographie für diese Zwecke mit Erfolg nutzbar gemacht werden können.

Aufser den Beobachtungen der hauptsächlichsten Vorgänge im Gleise mufs auch den scheinbar untergeordneten, für die Lage und den Bestand des Gestänges weniger wichtigen Erscheinungen Beachtung geschenkt werden, weil die Bedeutung eines Vorganges für das Ganze nicht immer von vornherein sicher zu beurtheilen ist. Die seitlichen und drehenden Bewegungen im Gestänge, die Längsverschiebungen, die Wirkungen der Wärmeunterschiede sind Vorgänge, deren nähere Kenntnifs zur richtigen Beurtheilung so mancher Zustände im Gleise nicht entbehrt werden kann. Im übrigen dürfte der Beobachtung aller Arten von einzelnen für sich vorübergehenden Bewegungen besondere Sorgfalt zu schenken sein, weil diese gewissermafsen als Differential der dauernden, Veränderungen in deren Ursprung und Natur den sichersten und lehrreichsten Einblick gewähren.

Das nächste Ziel aller dieser Beobachtungen mufs sein, die wirklichen Zustände und Vorgänge im Gleis und deren Veränderlichkeit in **Zahlen** und **Mafsen** auszudrücken. Die Messungen müssen sowohl nach ihrem Umfang als nach der Art ihrer Ausführung die Möglichkeit bieten, aus ihnen die Gesetzmäfsigkeit der Erscheinungen abzuleiten, denn nur diese ist wissenschaftlich verwerthbar. Dazu gehört vor allem die Vergleichbarkeit der Messungsergebnisse. Würde es möglich sein, ein in sich vollkommen gleichgefügtes und gleichgelagertes Gleis herzustellen und dieses auch gleichartig zu belasten, so würden in ihm vollkommen übereinstimmende

Vorgänge zu beobachten sein. Es wäre dann möglich, nach willkürlicher Aenderung irgend eines Bestandtheiles den Einflufs allein dieser Aenderung unmittelbar zu beobachten. Eine solche Uebereinstimmung ist indessen von vornherein nicht erreichbar. Der Unterschied in den Erscheinungen beruht daher nicht allein auf einzelnen absichtlich hergestellten Abweichungen, sondern auf einer ganzen Reihe von unabsichtlichen Verschiedenartigkeiten im Zustand des Gleises. Die Verschiedenartigkeiten zu zergliedern und in ihrer Bedeutung zu erkennen, ist allerdings die schwierigste, aber auch die nothwendigste Forderung der Beobachtungen.

Solchen Schwierigkeiten darf nicht etwa dadurch aus dem Wege gegangen werden, dafs man versucht, gleichartige Erscheinungen aufserhalb des Gleises nachzuahmen und unter günstigeren Bedingungen zu beobachten. Denn es ist unmöglich, die im Gleise auftretenden Vorgänge auch nur annähernd aufserhalb des Gleises durch Hülfsmittel irgend welcher Art nachzuahmen. Jeder solcher Versuch würde entschieden von Schaden sein, wenn die dabei gewonnenen Ergebnisse ohne weiteres auf das Betriebsgleis übertragen werden sollten. Nur solche Untersuchungen aufserhalb des Gleises können als vollwerthig gelten, welche sich auf allgemeine physicalische oder chemische Eigenschaften der Stoffe beziehen, im übrigen aber können dergleichen Versuche nur den Werth von Vorstudien für die eigentlichen Beobachtungen im Betriebsgleise selbst beanspruchen.

Ferner ist von Werth die Zeitdauer, welche den einzelnen Gruppen von Beobachtungen zu widmen ist. Die Natur und der Werth eines Gleises wird dadurch am sichersten erkannt, dafs sein Zustand von der Zeit seines Entstehens bis zum Verfall beobachtet wird. Um die Ursachen des schliefslichen Verfalles zu verstehen, ist es offenbar werthvoll, den ersten Anfängen der Zerstörung nachzuforschen, den Ort und die Art der ersten Veränderungen kennen zu lernen, dann weiter zu beobachten, in welcher Form und in welchem Mafse sie sich ausdehnen und welche Erscheinungen sie in den übrigen Theilen des Gleises hervorrufen. Schon einige derartig lang ausgedehnte Beobachtungen geben ein Mittel in die Hand, aus den Anfängen der Erscheinungen auf ihren weiteren Verlauf mit gröfserer Sicherheit schliefsen und somit auch das Verhalten neuer Bauarten schon in kürzerer Zeit sicherer beurtheilen zu können, als es jetzt möglich ist.

Um weiterhin die Bedeutung irgend einer Erscheinung im Gleise richtig schätzen zu können, mufs diese nicht für sich allein, sondern stets in ihren Beziehungen zu allen sonstigen Erscheinungen im Gleise betrachtet werden. Der Widerstand, welchen das Gleis den angreifenden Kräften entgegensetzt, pflanzt sich fort von den Schienen durch alle Theile des Gestänges bis in die Bettung und deren Untergrund, jeder Bestandtheil des Gleises verbraucht einen Theil der Angriffskräfte, einen andern giebt er ab in gleicher oder umgewandelter Form. Wie nun diese Kraftübertragung vor sich geht, wie die einzelnen Bestandtheile daran theilnehmen und sich gegenseitig unterstützen gleich den Gliedern eines Organismus, kann nicht aus der Beobachtung einzelner Vorgänge, sondern nur aus dem Zusammenfassen der Erscheinungen an sämtlichen Bestandtheilen von der Schiene bis zur Bettung erkannt werden.

Die Beobachtung nur einzelner aus der Gesamtheit der Erscheinungen herausgerissener Vorgänge birgt daher stets die Gefahr einseitiger Beurtheilung und einseitiger Schlufsfolgerung in sich, sie verführt dazu, die Mifsstände, die ein solcher Einzelvorgang mit sich bringt, um jeden Preis beseitigen zu wollen, ohne beurtheilen zu können, welchen Einflufs solche Aenderungen auf die übrigen Vorgänge ausüben, oder ob sie im ganzen nicht mehr Schaden als Nutzen bringen. Auf so einseitiges Vorgehen sind wohl nicht zum geringen Theil die Mifserfolge zurückzuführen, die gerade der Gleisbau in so reichem Mafse aufzuweisen hat.

Das Bedürfnifs, dem Gleisbau durch planmäfsige Beobachtungen zu Hülfe zu kommen, wird nicht nur von denen empfunden, welche den rein wissenschaftlichen Weg verfolgen, sondern auch von denen, welche bestrebt sind, auf dem Wege der praktischen Erfahrung die Entwicklung des Gleisbaues zu fördern. Wohl kann eine lange persönliche Erfahrung und ein geschulter praktischer Blick zu werthvollen Verbesserungen im Gleisbau führen, doch bieten sie keine sichere wissenschaftliche Grundlage für die weitere Entwicklung. Andere persönliche Ansichten treten an ihre Stelle und beanspruchen die gleiche Berechtigung wie jene. Seit dem Bestehen des Eisenbahngleises machten sich daher Bestrebungen geltend, welche darauf ausgingen, die Fortschritte des Gleisbaues loszulösen von den rein persönlichen Meinungen und sie auf anerkannte Wahrheiten, auf die Beobachtung der thatsächlichen Zustände zu stützen. Mufs nun auch zugegeben werden, dafs alle diese Bestrebungen weit von ihrem Endziel entfernt blieben, so darf die Ursache doch nicht darin gesucht werden, dafs dergleichen Untersuchungen ihrer Natur nach überhaupt unfruchtbar sind, sondern darin, dafs sie der Vollständigkeit entbehrten, welche zur Ausnutzung der Ergebnisse durchaus nöthig war. Einestheils erstreckten sich die Untersuchungen auf einen zu kleinen Theil der Erscheinungen, konnten daher für die Beurtheilung der gesamten Vorgänge nur von untergeordneter, zum Theil sogar zweifelhafter Bedeutung sein. Anderntheils wurden sie zwar von weiteren Gesichtspunkten aus unternommen, jedoch nicht zu einem Abschlufs gebracht, der ihre Verwerthung für den Gleisbau selbst ermöglichte. Es mag darauf auch zurückzuführen sein, dafs von manchen Seiten dergleichen Untersuchungen mit Mifstrauen begegnet, ihnen wenigstens jeder praktische Nutzen abgesprochen wird. Dieser Vorwurf ist voll berechtigt, sobald der Versuch gemacht wird, die Ergebnisse einseitiger und unfertiger Untersuchungen verallgemeinern oder etwa als Empfehlung für irgend eine Bauweise benutzen zu wollen. In diesem Falle sind sie allerdings, in gleichem Mafse, wie in allen Zweigen der Wissenschaft, minderwerthiger als die rein praktische Erfahrung.

Auf die mangelhafte Erforschung der wirklichen Vorgänge im Gleise dürfte ferner der Umstand zurückzuführen sein, dafs die Geschichte des Gleisbaues so wenig gründliche Auskunft über die wirklichen Ursachen giebt, aus denen irgend eine Bauweise sich nicht bewährte, und wie die Schäden in die Erscheinung traten, die zur Aufgabe der ganzen Art drängten, dafs sogar vielfach falsche Vorstellungen über die Ursache der Mifserfolge sich bilden konnten. Es erscheint auffallend, dafs die Erfahrung aus der Geschichte des Gleisbaues nicht den Nutzen gebracht hat, welcher nach einer Zeit von 60 Jahren wohl erwartet werden könnte, dafs namentlich die Entwicklung des Gleisbaues nicht gleichen

Schritt gehalten hat mit den stetigen, schnellen Fortschritten in der Lösung anderer statischer oder mechanischer Aufgaben, dafs zwar durch mühsames Ausproben gewisse Fortschritte im Gleisbau erreicht sind, aber von einer sicheren Kenntnifs aller mafsgebenden Grundbedingungen für den Gleisbau und einer sicheren Herrschaft über die Mittel nicht die Rede sein kann. Jede Neuerung ist ein Tasten im Dunkeln, und ihr Erfolg von vornherein nicht berechenbar; oft ist sie sogar nur eine Rückkehr zu alten, bereits früher aufgegebenen Formen, ohne dafs Mittel gefunden werden, die Ursachen der früheren Mifserfolge zu vermeiden.

Die Entwicklung des Gleisbaues ist vergleichbar mit der des Strombaues. Auch dieser ging zunächst nur von praktischen Erfahrungen aus, nahm dann die reine Theorie zu Hülfe und ist schliefslich zur Ausdehnung und gründlichen Behandlung der sachlichen Untersuchungen übergegangen. Auch hier kam man zu der Ueberzeugung, dafs die Natur eines jeden Flusses nur aus sich selbst, nicht aus Uebertragungen von anderweitigen Beobachtungen oder aus allgemeinen Gesetzen erkannt werden könne, dafs es nöthig sei, die mannigfaltigen Formen der Wasserbewegungen, die Gestalt, Bewegung und Ablagerung der Geschiebe, die Form des Flufsbettes und der Wasseroberfläche, die Wasserstände, die Gefälle, kurz alle Zustände und Vorgänge in jedem Flusse selbst durch Mafs und Zahl festzustellen und die einzelnen Erscheinungen in gegenseitige Beziehung zu bringen. In dieser Hinsicht ist die Entwicklung des Strombaues dem Gleisbau bereits vorausgeeilt, und es drängt sich die Frage auf, worin die Ursache zu suchen ist für das Zurückbleiben der sachlichen Forschungen im Gleisbau gegenüber den Forschungen auf anderen technischen Gebieten, trotzdem die Lücken der Entwicklung bekannt sind, und so mancher versucht hat in diese Lücken einzutreten, trotzdem es auch keinem Zweifel unterliegt, von wie hoher wirthschaftlicher Bedeutung eine bessere Ausnutzung der Gleistheile und ein geringerer Aufwand für die Gleisunterhaltung sein mufs. Nicht allein innere, in der Schwierigkeit des Stoffes liegende Gründe sind es, sondern vorzugsweise Gründe äufserer Art. Bisher ist es der persönlichen Vorliebe Einzelner überlassen geblieben, an den umfangreichen Stoff mit nur beschränktem Aufwand an Zeit und Hülfsmitteln heranzutreten. Die Mittel genügten nicht, um den Untersuchungen von vornherein die unentbehrliche Ausdehnung und Vielseitigkeit zu geben, im günstigsten Falle wurden umfangreiche Einzelbeobachtungen angestellt, welche indessen an sich wenig Werth haben, vielmehr erst dann Werth gewinnen können, wenn sie etwa als Unterlage für eine erweiterte, umfassende Beobachtung verwendbar sind. Nur selten haben daher diese lückenhaften Beobachtungen dauernden Werth gehabt, sie verschwanden mit den Personen, an denen sie hafteten, sie waren nicht übertragbar auf andere, welche sie in gleichem Sinne fortgesetzt hätten; eine grofse Summe von Arbeit und Mühe war verschwendet für einen winzigen Erfolg.

Um zu wirklich brauchbaren Ergebnissen zu gelangen und dem Endziel, die Beherrschung des Gleisbaues, näher zu kommen, ist es nöthig, die sachlichen Beobachtungen aus ihrer untergeordneten Rolle hervorzuziehen und ihnen ein Wirkungsfeld anzuweisen, welches ihrem Werthe entspricht. Dazu bedarf es besonderer Kräfte, guter Hülfsmittel und vor allem dauernder Einrichtungen, welche dafür bürgen, dafs die Untersuchungen in zuverlässiger, wissenschaftlicher, geordneter Weise fortgeführt und jederzeit auf andere Personen übertragen werden können.

Zur praktischen Durchführung dieser Forderung gehört die Einrichtung eines einheitlichen gröfseren Versuchsfeldes in der Betriebsstrecke. In dem Versuchsfelde mufs eine gewisse Auswahl von Oberbau, Bettungs- und Untergrundarten vertreten sein. Dabei sollte aber nicht etwa Werth gelegt werden auf eine möglichst grofse Anzahl von Einzelarten, im Gegentheil auf eine möglichste Beschränkung, soweit es der Zweck, nämlich genügende Vergleichsgegenstände zu gewinnen, zuläfst. Denn es kommt nicht darauf an, eine Menge von Arten zu vereinigen, ihre Bewährung abzuwarten und die, welche am brauchbarsten erscheinen, als Muster auszuwählen, sondern die Zustände und Vorgänge im Gleise selbst zu erkennen; denn nur diese Kenntnifs befähigt, von vornherein die Bedingungen zu finden, unter denen die Vervollkommnung des Gleises fortzuschreiten hat.

Die Untersuchungen sollen nicht etwa darauf ausgehen, die freie Entwicklung der Oberbaufrage in irgend einer Richtung zu hemmen. Jedes solches Streben nach einer Vorherrschaft würde nothwendig zu Einseitigkeiten führen und der Sache selbst den denkbar gröfsten Schaden bringen. Die Untersuchungen sollen vielmehr der freien Thätigkeit des entwerfenden Fachmannes behülflich sein, alle Erscheinungen, welche zu wissen nöthig sind, hervorziehen, ihre Kenntnifs zum Gemeingut machen und damit eine zuverlässige Grundlage verschaffen, welche der Einzelne sich nicht verschaffen kann. Sie müssen also neben der rein wissenschaftlichen und der praktischen Entwicklung des Gleisbaues einhergehen, ihr den nöthigen Stoff liefern, im übrigen aber der entwerfenden Thätigkeit selbst freie Hand lassen. Dazu bedarf es eben einer dauernden Einrichtung, denn stets werden neue Anforderungen herantreten, frühere Beobachtungen zu ergänzen und neue Erscheinungen aufzuklären sein.

Es liegt kein Grund vor zu bezweifeln, dafs solche Beobachtungen auch der rein wissenschaftlichen Behandlung des Oberbaues neue Gesichtspunkte, neue Grundlagen zu verschaffen imstande seien. Denn jede gesetzmäfsige Erscheinung kann, wenn ihre Ursachen einmal festgestellt und zu den Wirkungen in bestimmte Beziehungen gesetzt sind, schliefslich auch der allgemeinen, wissenschaftlichen Behandlung unterworfen werden. Die Wissenschaft drängt ihrerseits dazu, jede Anordnung so zu gestalten, dafs die Rechnung mit ihren vorhandenen Mitteln die weitgehendste Anwendung finden kann. Sind die Grundlagen und Thatsachen, welcher die Berechnung des Oberbaues als bekannter Gröfsen bedarf, durch die Beobachtung in weiterem Mafse gewonnen, so wird es das Endziel der Rechnung sein, Anordnungen zu schaffen, welche nicht nur in statischer, sondern auch in mechanischer Hinsicht den rechnerischen Forderungen genügen. Je näher die Wissenschaft diesem Ziele kommt, je sicherer sie in der Beherrschung des Gleisbaues wird, desto mehr gewinnt auch der praktische Gleisbau an festen, bei aller Mannigfaltigkeit der Einzelausbildung mafsgebenden Grundlagen.

Köslin. C. Bräuning.

Verzeichnifs der im preufsischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten.

(Am 20. December 1899.)

I. Im Ressort des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

A. Beim Ministerium.

Schroeder, Ober-Baudirector, Ministerial-Director der Abtheilung für die techn. Angelegenheiten der Verwaltung der Staats-Eisenbahnen.

a) Vortragende Räthe.

Kummer, Ober-Baudirector, Professor.
Rinckeldeyn, desgl.
Adler, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath, Professor.
Dresel, Geheimer Ober-Baurath.
Lange, desgl.
Wichert, desgl.
Keller (A.), desgl.
Dr. Zimmermann, desgl.
Schneider, desgl.
Müller (Karl), desgl.
Koch, desgl.
Blum, desgl.
Wiesner, desgl.
Eggert, desgl.
Thür, desgl.
Wets, Grofsherzogl. hess. Geh. Ober-Baurath.
Sarrazin, Geheimer Ober-Baurath.
Fülscher, desgl.
Thoemer, Geheimer Baurath.
v. Doemming, desgl.
Hoffmann, desgl.
Wolff, desgl.
Saal, desgl.
Schürmann, desgl.
Germelmann, desgl.
Reeder, desgl.
Nitschmann, desgl.
Kieschke, desgl.
Hofsfeld, desgl.

Ständiger technischer Hülfsarbeiter.

Scholkmann, Regierungs- und Baurath.

Hülfsarbeiter.

Dellas, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath (auftrw. [sieh Regierung in Stettin]).
Anderson, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Tiemann, desgl.
Keller (H.), desgl., zugleich Vorsteher des Bureaus des Ausschusses zur Untersuchung der Wasserverhältnisse in den der Ueberschwemmung besonders ausgesetzten Flufsgebieten.
Felke, Regierungs- und Baurath.
Eger, desgl.
Symphor, desgl. (auftrw. [sieh Regierung in Lüneburg]).
Lehmann (Hans), Regierungs- und Baurath.
Wolff, desgl.
Rüdell, desgl.
Trehlsen, Baurath, Maschineninspector.
Wittfeld, Eisenbahn-Bauinspector.
Giesenapp, desgl.

b) Im technischen Bureau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Lehmann (Hans), Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Bureaus, sieh auch vorher.
Bresche, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
v. Zabiensky, desgl.
Cauer, desgl.
Hoogen, desgl.
Frahm, desgl.
Herz (Johannes), desgl.
Stromeyer, desgl.

c) Im technischen Bureau der Abtheilung für das Bauwesen.

Uber, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des technischen Bureaus III H. (Hochbau).
v. Perbandt, Baurath, Land-Bauinspector.
Lodemann, Baurath, Bauinspector.
Grunert, Baurath, Land-Bauinspector.
Plachetka, desgl. desgl.
Rattey, desgl. desgl.
Scheltee (Friedrich), Land-Bauinspector.
de Bruyn, desgl.
Bürde, Kreis-Bauinspector (auftrw. [sieh Regierung in Königsberg i. Pr.]).
Schultze (Richard), Land-Bauinspector.
Pasquel, Kreis-Bauinspector (auftrw. [sieh Regierung in Bromberg]).
Mässighrodt, desgl. (desgl.)
Carsten, Land-Bauinspector.
Bück, desgl.
Koerte, Baurath, Wasser-Bauinspector, Vorsteher des technischen Bureaus III W. (Wasserbau).
Erbkam, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Papke, Wasser-Bauinspector.
Roloff (Paul), desgl.
Kaichohn, desgl.
Kiesoritzky, desgl.

B. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Königliche Eisenbahn-Direction in Altona.

Jaegeickel, Präsident.

Directionsmitglieder:

Taeglichsbeck, Ober-Baurath.
Caesar, Geheimer Baurath.
Haafs, Eisenbahndirector.
Rofskothen, Regierungs- und Baurath.
Nöh, Eisenbahndirector.
Koerger, Regierungs- und Baurath.
Sprengell, desgl.
Steinbifs, Eisenbahndirector.
Blunck (Christian), Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Schwertz, Baurath.
v. Borries, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Burgund, desgl.
Wendenburg, desgl.
Peters (Richard), desgl.
Moeller, Eisenbahn-Bauinspector.
Merling, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Merkel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Gravenstein.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Berlin 9: Zinkeisen, Eisenbahndirector.
Flensburg 1: Schreinert, Regierungs- und Baurath.
" 2: Fülscher, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Glückstadt: Goldbeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Hamburg 1: Strasburg, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
" 2: Kaufmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Harburg 1. Sauerwein, Eisenbahndirector.
Husum: Pustau, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Kiel: Ehrenberg, Regierungs- u. Baurath.
Ludwigslust: Köhr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Neumünster: Büchting, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Oldeslor: Schreiber, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Wittenberge: Laner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Flensburg: Reinert, Eisenbahndirector.
Glückstadt: Rohde, Eisenbahndirector.
Hamburg: Brandt, Eisenbahndirector.
Harburg: Meinhardt, Eisenbahn-Bauinspector.
Kiel: Schwanebeck, Eisenbahn-Bauinspector.
Wittenberge: Wolfen, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Harburg: Hoabitz, Eisenbahn-Bauinspector.
Neumünster: Dütting, desgl.
Wittenberge: Traeder, Regierungs- und Baurath.

Telegrapheninspection Altona

Staadt, Eisenbahn-Bauinspector.

2. Königliche Eisenbahndirection in Berlin.

Directionsmitglieder:

Dr. zur Nieden, Ober-Baurath.
Werchan, Geheimer Baurath.
Housselle, desgl.
Rustemeyer, Eisenbahndirector.
Garbe, desgl.
Bork, desgl.
Gropow, Regierungs- und Baurath.
Gantzer, desgl.
Bathmann, desgl.
Sundiecani, desgl.
Herr (Friedrich), desgl.
Domschke, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Baltzer, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector (beurlaubt).
Diesel, desgl.
Irmisch, desgl.
Biedermann (Ernst), desgl.
Pels-Leusden, desgl.
Rischboth, Eisenbahn-Bauinspector.

Labes, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Berlin.
Kanpe, desgl. in Berlin.
Baur, desgl. in Berlin.
Wiesmann, desgl. in Potsdam.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen.

Berlin 1: Jonasch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: von den Bercken, Regierungs- und Baurath.
Berlin 3: Settgast, Reger.- u. Baurath.
" 4: v. Schütz, desgl.
" 5: Beil, desgl.
" 6: Goege, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 7: Bressing, desgl.
" 8: Helberg, desgl.
" 15: Baedecker, Reger.- u. Baurath.
Frankfurt a/O. 1: Wambsganfs, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspectionen:

Berlin 1: Meyer (Max), Eisenb.-Bauinsp.
" 2: Simon, desgl.
" 3: Gerlach, desgl.
" 5: Dennert, desgl.

Werkstätteninspectionen:

Berlin 1: Petrunky, Eisenb.-Bauinspector.
Sachse, desgl.
" 2: Wenig (Karl), Eisenb.-Director.
Uhlmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
Frankfurt a O.: Goetze, Eisenbahndirector.
" Holzbecher, Eisenb.-Bauinspector.
Grunewald: Cordes, Reger.- und Baurath.
" Ungar, Eisenb.-Bauinspector.
Guben: Fraenkel (Emil), Eisenbahn-Bauinspector.
Potsdam: Schumacher, Eisenb.-Director.
Tempelhof: Schlesinger, Eisenb.-Director.
" Grouewaldt, Eisenb.-Bauinsp.

3. Königliche Eisenbahndirection in Breslau.

Directionsmitglieder:

Neumann, Ober- und Geheimer Baurath.
Kirsten, Geheimer Baurath.
Doulin, Eisenbahndirector.
Bindemann, desgl.
Urban, Regierungs- and Baurath.
Sertig, desgl.
Wegner, Eisenbahndirector.
Hinrichs, desgl.
Schüler, Regierungs- und Baurath.
Schmedes, desgl.
Brüggemann, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Schramke, Eisenbahn-Bauinspector.
Hemmer, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Prelle, desgl.
Epstein, Eisenbahn-Bauinspector.
Wittke, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.

Berndt, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Hirschberg.
Klüsche, desgl in Schweidnitz.
Isermeyer, desgl. in Breslau.
Merkold, desgl. in Breslau.
Schwenkert, desgl. in Waldenburg.
Lacoe, desgl. in Hirschberg.
Laise, desgl. in Breslau.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Breslau 1: Mertens, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: John, desgl.
" 3: Sugg, Regierungs- und Baurath.
Breslau 4: Lunietschek, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Glatz: Komorek, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Glogau 1: Frenzen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Görlitz 1: Ricken, Regierungs- u. Baurath.
" 2: Becks, desgl.
Hirschberg: Gelmert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Liegnitz 1: Kieckhöfer, Regierungs- und Baurath.
" 2: Schroeter, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Neifse 1: Pritzel, Eisenbahndirector.
" 2: Buchholz (Richard), Regierungs- und Baurath.
Soren: Schubert, Eisenbahndirector.
Waldenburg: Muhn, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Breslau 1: Schoyer, Eisenbahn-Maschineninspector.
" 2: Kuntze, Regierungs- u. Baurath.
Görlitz: Suck, Eisenbahndirector.
Liegnitz: Schiwen, desgl.
Neifse: v. Bichowsky, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Breslau 1: Bechmann, Regier.- u. Baurath.
" Polle, desgl.
" Kosinski, Eisenbahn-Maschineninspector.
" 2: Illner, Eisenbahn-Bauinspector.
" 3: Melcher, Eisenbahndirector.
" 4: Dous, Eisenbahn-Bauinspector.
Lauban: Domann, Regierungs- und Baurath.

4. Königliche Eisenbahndirection in Bromberg.

Naumann, President.

Directionsmitglieder:

Blenck, Ober-Baurath.
Rohrmann, Geheimer Baurath.
Schlemm, Regierungs- u. Baurath.
Pfätzenreuter, desgl.
Simon, desgl.
Hossenfelder, desgl.

Mackensen, Eisenbahndirector (beurlaubt).

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Gehrts, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector (beurlaubt).
Biedal, desgl.
Kroufs, desgl.

Leipziger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Strasburg, Westpr.
Wollwitz, desgl. in Falkenburg.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Bromberg 1: Strnck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Kroeber, desgl.
Cüstrin: Schnaibner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Inowrazlaw 1: Dietrich, Regierungs- und Baurath.
„ 2: Spannegel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Nakel: Weise (Karl), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Posen 1: Viereck (Karl), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Schneidemühl 1: Jeran, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Freudenfeldt, Regier.- u. Baurath.
Stargard 1: Bauer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Thorn 1: Grevemeyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:
Bromberg: Voßköhler, Eisenbahndirector.
Schneidemühl 1: Glimm, Eisenbahn-Bauinspector.
„ 2: Kohlhardt, desgl.
Thorn: Knechtel, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:
Bromberg: Schmidt (Erich), Regierungs- u. Baurath.
„ Lang, Eisenbahn-Bauinspector.

5. Königliche Eisenbahndirection in Cassel.

Directionsmitglieder:
Bullauff, Ober-Baurath.
Schmidt (Karl), Geheimer Baurath.
Zickler, desgl.
Hövel, desgl.
Brünjes, desgl.
Meyer (James), Eisenbahndirector.
Jacobi, Regierungs- und Baurath.
Goos, desgl.
Buchholtz (Wilhelm), desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:
Donnerberg, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Müller (Karl), Eisenbahn-Bauinspector

Bernhard, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Brilon.
Wegner (Armin), Baurath in Cassel.
Biegelstein, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Büren
Hentsen, desgl. in Cassel.
Michaelis (Adalbert), desgl. in Frankenberg
Bend, desgl. in Cassel.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:
Arnsberg: Maas, Regierungs- u. Baurath
Cassel 1: Schmidt (Rudolf), Eisenbahndirector.
„ 2: Beckmann, Reg.- u. Baurath.
„ 3: Prins, desgl.
Eschwege: v. Milewski, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Göttingen 1: Löhr, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Kiesgen, desgl.
Marburg: Borggreve, Regierungs- und Baurath.
Nordhausen 1: Feukner, Reg.- und Baurath.
„ 2: Baehrecke, desgl.
Paderborn 1: Dane, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Steinmann, desgl.
Seesen: Peters (Friedrich), Eisenbahndirect.
Warburg: Henne, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:
Cassel 1: Vockrodt, Eisenbahndirector.
„ 2: Urban, desgl.
Göttingen: Herrmann, Reg.- u. Baurath.
Nordhausen: Pulsner, Eisenbahndirector.
Paderborn: Tilly, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:
Arnsberg: Buzmann, Reg.- u. Baurath.
Cassel: Meercker, Eisenbahndirector.
Göttingen: Trapp, Eisenbahndirector.
Paderborn: Bobertag, Reg.- u. Baurath.

Telegrapheninspection Cassel:
Hoefer, Eisenbahn-Bauinspector.

6. Königliche Eisenbahndirection in Danzig.

Directionsmitglieder:
Koch, Ober-Baurath.
Holsheuer, Geheimer Baurath.
Kistenmacher, Regierungs- und Baurath.
Seliger, desgl.
Köhne, desgl.
Moy, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:
Murloh, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector.
Linke, desgl.

Großjohann, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Carthaus.
Weien, desgl. in Marienwerder.
Ehrich, desgl. in Lauenburg.
Stockfisch, desgl. in Lauenburg.
Oppermann, desgl. in Butow.
Poppe, desgl. in Konitz.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:
Danzig: Deufel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Dirschau 1: Dyresen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Landsberg, desgl.
Graudenz 1: Schrader, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Gette, Regierungs- u. Baurath.
Köslin: Bräuning, Reg.- u. Baurath.
Konitz 1: Capelle, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Fidelak, Reg.- u. Baurath.
Neustettin: Estkowski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Stolp 1: Brill, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Multhaupt, desgl.
Thorn 2: Schlonski, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:
Dirschau: Kuntze (Karl), Eisenbahn-Bauinspector.
Graudenz: Elbel, Eisenbahn-Bauinspector.
Stolp: Kucharti, Eisenbahn-Bauinspect.

Telegrapheninspection Danzig:
Gadow, Eisenbahn-Bauinspector.

7. Königliche Eisenbahndirection in Elberfeld.

Directionsmitglieder:
von den Bergh, Ober-Baurath.
Brewitt, Geheimer Baurath.
Reichmann, Eisenbahndirector.
Meyer (Robert), desgl.
Clausnitzer, Reg.- und Baurath.
Hoeft, desgl.
Ulrich, desgl.
Zacharise, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:
Bergkammer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Kietzbach, desgl.
Krausgrill, desgl.
Müller (Robert), desgl.
Rohlfs, desgl.

Hansen, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Unna.
Christoffel, desgl. in Elberfeld.
Heinemann, desgl. in Lennep.
Ilkenhans, desgl. in Köln-Deutz.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:
Altena: Werren (Maximilian), Reg.- und Baurath.
Köln-Deutz 1: Selle, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Düsseldorf 1: Plett, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Stempfer, desgl.
„ 3: Blunck (Friedr.), desgl.
Elberfeld: Scheidtweiler, Regierungs- und Baurath.
Hagen 1: Heeser, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Möller (Philipp), Eisenbahndirector.
„ 3: Berthold, Regierungs- und Baurath.
Lennep: Rosenberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Siegen: Brafer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:
Altena: Wehner, Reg.- u. Baurath.
Düsseldorf: Büscher, Eisenbahn-Bauinspector.
Elberfeld: Eckardt, Reg.- u. Baurath.
Hagen: Fank, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:
Langenberg: Post, Eisenbahn-Bauinspector.
Siegen: Grauben, Reg.- u. Baurath.

8. Königliche Eisenbahndirection in Erfurt.

Directionsmitglieder:
Wilde, Ober-Baurath.
Lochner, Geheimer Baurath.
Settig, desgl.
Grosse, desgl.
Rücker, desgl.
Schwedler (Gustav), Regierungs- u. Baurath.
Crüger, desgl.
Schellenberg, desgl.
Uhlenhuth, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Umlauff, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.

Falk, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Coburg.
Schaefer (Johannes), desgl. in Naumburg a/S.
Bulle, desgl. in Schleusingen.
Klutmann, desgl. in Unter-Köditz.
Herzog (Otto), desgl. in Eisenach.
Hahnzog, desgl. in Koppelsdorf.
Lewin, desgl. in Saalfeld.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Arnstadt: Lehmeyer, Reg.- u. Baurath.
Coburg: Wittich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Erfurt 1: Boie, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Middendorf, desgl.
Gera: Schmidt (Wilhelm), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Gotha 1: Essen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Bader, desgl.
Jena: Hüttig, Eisenbahndirector.
Meiningen: Mannkopf, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Saalfeld: Hauer, Regierungs- u. Baurath.
Weimar: Baeseler, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Weifsenfels: Lehmann (Friedrich), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Erfurt: Teuscher, Eisenb.-Bauinspector.
Jena: Brettmann, Eisenbahndirector.
Meiningen: Martiny, Eisenbahn-Maschineninspector.
Weifsenfels: Liesegang, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Erfurt: Leitzmann, Reg.- und Baurath.
Gotha: Schwahn, Eisenbahndirector.

9. Königliche Eisenbahndirection in Essen a. Ruhr.

Directionsmitglieder:

Meifsner, Ober-Baurath.
Haarbeck, Geheimer Baurath.
Oestreich, Eisenbahndirector.
Kohn, desgl.
Schmitz, desgl.
Goldkuhle, Regierungs- und Baurath.
Dorner, desgl.
Herr (Arthur), desgl.
Schmedding, desgl.
Karsch, desgl.
Grothe, desgl.
Sigle, desgl.

Boy, Eisenbahn-Bauinspector, Vorstand des Abnahme-Amts.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Auffermann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Grimm, desgl.
Richard, desgl.
Lupke, desgl.
Geath, desgl.
v. Lemmers-Danforth, Eisenbahn-Bauinspector.

Beermann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Dortmund.
Pusch, desgl. in Gelsenkirchen.
Meyer (Emil), desgl. in Essen.
Schaefer (Heinrich), desgl. in Essen.
Schnock, desgl. in Witten.
Lemcke, desgl. in Essen.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Bochum: Stahl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Dortmund 1: Schepp, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Haako, Reg.- u. Baurath.
„ 3: Kuhlmann, desgl.
Duisburg 1: Korth, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Geber, desgl.
Essen 1: Löbbecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Dankhaus, desgl.
„ 3: Sommerfeldt, Regierungs- und Baurath.
„ 4: Guthrer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Wesel: Maley, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspectionen:

Dortmund: Othegraven, Eisenb.-Director.
Duisburg 1: Levy, Eisenbahn-Bauinspector.
„ 2: de Haas, desgl.
Essen 1: Bergerhoff, Eisenbahn-Bauinspector.
„ 2: Wenle, desgl.

Werkstätteninspectionen.

Dortmund 1: Müller (Gustav), Eisenbahndirector.
„ Fraenkel (Siegmund), Eisenbahn-Bauinspector.
„ 2: Sürth, Eisenbahndirector.
Oberhausen: Berns, Eisenb.-Bauinspector.
Speldorf: Richter (August), Regierungs- und Baurath.
Witten: N. N.
„ Boecker, Eisenbahndirector.
„ Grube, Eisenb.-Bauinspector.

Telegrapheninspection Oberhausen:
Römer, Eisenbahn-Bauinspector.

10. Königliche Eisenbahndirection in Frankfurt a. Main.

Directionsmitglieder:

Knoche, Ober-Baurath.
Porsch, Geheimer Baurath.
Ruland, desgl.
Fischer, desgl.
Siewert, desgl.
Rimrott, Regierungs- und Baurath.
Stuudnek, desgl.
Berger, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren:

Horstmann (Karl), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector in Lauterbach.
Horstmann (Wilhelm), desgl. in Giefsen.
Patri, desgl. in Wiesbaden.
Pietig, desgl. in Harborn.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Köln-Deutz 2: Mentzel, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Frankfurt a. M. 1: Zschirnt, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Coulmann, Regierungs- u. Baurath.
Fulda 1: Schwedler (Richard), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Henning, Regier.- u. Baurath.
Giefsen 1: Schoberth, Grofsherzogl. hessischer Eisenbahndirector.
„ 2: Roth, Grofsherzogl. hessischer Regierungs- und Baurath.
Limburg: Klimberg, Regier.- u. Baurath.
Neuwied 2: Bansau, Reg.- u. Baurath.
Wetzlar: Dr. v. Ritgen, Regierungs- und Baurath.
Wiesbaden 1: Wiegand (Eduard), Reg.- und Baurath.
2: Barzen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Frankfurt a/M.: Grimke, Eisenbahn-Bauinspector.
Fulda: Leske, Eisenb.-Bauinspector.
Giefsen: Berthold, Eisenbahn-Bauinspect.
Limburg: Braun, Eisenbahndirector.
Wiesbaden: Ingenohl, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Betzdorf: Krause (Paul), Reg.- u. Baurath.
Frankfurt a/M.: Oehlert, Eisenbahndirector.
Fulda: Kirchhoff (August), Eisenbahndirector.
Limburg: Kirchhoff (Karl), Regierungs- und Baurath.

11. Königliche Eisenbahndirection in Halle a. Saale.

Directionsmitglieder:

Abraham, Ober-Baurath.
Reuter, Geheimer Baurath.
Sprenger, desgl.
Rock, Eisenbahndirector.
Klopsch, desgl.
Bischof, Regierungs- und Baurath.
Herzog, desgl.
Stöltlng, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Moeser, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Fürstenau, Eisenbahn-Bauinspector.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Berlin 10: Bothe, Regierungs- u. Baurath.
„ 12: Stuertz, desgl.
„ 13: Günther, desgl.
Cottbus 1: Sachse, Eisenbahndirector.
„ 2: Mafsmann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 3: Lehmann (Otto), desgl.
Dessau 1: Laycke, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Hesse, Eisenbahndirector.
Halle 1: Bens, Regierungs- und Baurath.
„ 2: Sannow, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Hoyerswerda: Elten, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Leipzig 1: Rehbein, Reg.- u. Baurath.
„ 2: Schwidtal, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Wittenberg: Müller (Arthur), Eisenbahndirector.

Maschineninspectionen:

Berlin 4: Reppenhagen, Eisenbahn-Bauinspector.
Cottbus: Brück, Eisenbahn-Bauinspector.
Dessau: Wenig (Robert), Eisenbahndirector.
Halle: Stephan, Eisenbahndirector.
Leipzig: Weinnoldt, Eisenb.-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Cottbus: Neugebaur, Reg.- u. Baurath.
Halle: Monjé, Eisenbahndirector.

12. Königliche Eisenbahndirection in Hannover.

Directionsmitglieder:

Maret, Ober- und Geheimer Baurath.
Uhlenhuth, Geheimer Baurath.
Schaeler, Eisenbahndirector.
Frederking, desgl.
Thelen, Regierungs- und Baurath.
Alken, desgl.
Robentisch, desgl.
Goepel, Eisenbahndirector.
v. Borries, Regierungs- und Baurath.
Rettberg, desgl.
Brandt, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Schultze (Ernst), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Rhode, desgl.
Schacht, desgl.
Krüger, desgl.
Hartwig, desgl.
Schlesinger, desgl.
Köhler, desgl.
Czygan, desgl.

Borus, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Stendal.
Krokeler, desgl. in Lübbecke.
Meyer (August W.), desgl. in Sulingen.
Falkenstein, desgl. in Elze.
Meilly, desgl. in Hannover.
Laepe, desgl. in Harburg.
Loeffel, desgl. in Harburg.
Schlüter, desgl. in Paderborn.
Vater, desgl. in Gandersheim.
Stahl, desgl. in Elze.
Kraykenklewicz, desgl. in Bremen.
Haedicke, desgl. in Bielefeld.
Schefler, desgl. in Rahden.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Bielefeld: Ruegenberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Bremen 1: Everken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Eberlein, desgl.
Geestemünde: Kohé, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Hameln 1: Nohturfft, Regierungs- und Baurath.
" 2: Waechter, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Hannover 1: Storck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Thomsen, Regier.- u. Baurath.
" 3: Fuhrberg (Konrad), desgl.
Harburg 2: Müller (Johannes), Regier.- und Baurath.
Hildesheim: Hahn, Regierungs- u. Baurath.
Minden: Rhotert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Stendal 3: Goleniewicz, Regierungs- und Baurath.
Uelzen: Schoeffer (Bernhard), Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Bremen: Hoffmann, Regier.- u. Baurath.
Hameln: Schmidt (Hugo), Eisenb.-Bauinspector.
Hannover 1: Patté, Eisenbahn-Bauinspector.
" 2: Baum, desgl.
Minden: Lutterbeck, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Bremen: Dege, Eisenbahndirector.
Leinhausen. Thiele, Eisenbahndirector.
" Rizor, Regierungs- u. Baurath.
" Erdbrink, Eisenb.-Bauinspect.

13. Königliche Eisenbahndirection in Kattowitz.

Directionsmitglieder:

Pilger, Oberbaurath.
Werner, Regierungs- und Baurath.
Schmoll, desgl.
Siegel, desgl.
Schwandt, desgl.
Seidl, Eisenbahndirector.
Meyer (Alfred), Eisenbahndirector
Holverscheit, Regierungs- und Baurath.
Recke, Eisenbahndirector.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Borschdorff, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Kühne, Eisenbahn-Bauinspector.
Guericke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Broustin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Oppeln.
Haller, desgl. in Kattowitz.
Martensen, desgl. in Kreuzburg.
Herzog (Georg), desgl. in Gleiwitz.
Ulrich, desgl. in Beuthen O.S.
Zebrowski, desgl. in Kattowitz.
Brieger, desgl. in Gleiwitz.
Grove, desgl. in Oppeln.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Beuthen O.S. 1: Schmalz, Regierungs- und Baurath.
" 2: Winter, desgl.
Gleiwitz 1: Vufs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Bufsmann (Franz), desgl.
Kattowitz: Samans, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Kreuzburg: Spirgatis, Regier.- u. Baurath.
Oppeln 1: Schilling, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Sommerkorn, desgl.
Ratibor 1: Kressin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Gelbcke, Eisenbahndirector.
Tarnowitz: Peters (Georg), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Kattowitz: Wolff (Fritz), Eisenbahn-Bauinspector.
Kreuzburg: Hey, Eisenbahndirector.
Ratibor: Rumpf, Eisenb.-Maschineninspector.

Werkstätteninspectionen:

Gleiwitz: Loch, Eisenbahn-Bauinspector.
Bredemeyer, desgl.
Ratibor: Francke, desgl.

Telegrapheninspection Kattowitz:

Kohler, Eisenbahn-Bauinspector.

14. Königliche Eisenbahndirection in Köln.

Directionsmitglieder:

Jungbecker, Ober-Baurath.
Spoerer, Geheimer Baurath.
Schilling, desgl.
Schapor, desgl.
Wessel, Regierungs- und Baurath.
Esser, Eisenbahndirector.
Fein, desgl.
Borchart, Regierungs- und Baurath.
Hin, desgl. (auftrw.).

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Wolf (Hermann), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Hildebrand, desgl. (beurlaubt).
Breuer, desgl.
Merensc, desgl.
Prött, desgl.
Jaspers, desgl.
Schürmann, desgl.
Wendt, desgl.
Müller (Gerhard), desgl.
Tooren, Eisenbahn-Bauinspector.

Schmale, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Krefeld.
Oesten desgl. in Aachen.
v. Bueskist, desgl. in Neufs.
Prange, desgl. in Coblenz.
Jeske, desgl. in Köln.
Peter, desgl. in Aachen.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Aachen 1: Leonhard, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Holtmann, desgl.
Coblenz: Viereck (Ferdinand), Regierungs- und Baurath.
Euskirchen: Bufsmann (Wilhelm), Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
Jülich: Smierechalski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Köln 1: Friederichs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Kiel, desgl.
Krefeld 1: Weise (Eugen), Regierungs- u. Baurath.
" 2: Roth, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Krefeld 3: Rothmann, Regierungs- und Baurath.
Neuwied 1: Schugt, Regierungs- u. Baurath.

Maschineninspectionen:

Aachen: Kellar, Eisenbahndirector.
Köln: Hellmann, Regierungs- und Baurath.
Köln-Deutz: Kloos, Eisenb.-Bauinspector.
Krefeld: Becker, Regierungs- u. Baurath.

Werkstätteninspectionen:

Köln (Nippes): Mayr, Regierungs- u. Baurath.
" " Stund, Eisenbahn-Bauinspector.
Deutzerfeld: Schiffers, Eisenbahndirector.
Oppum: a) Mommert Eisenbahndirector.
b) Dan, Regierungs- u. Baurath.

15. Königliche Eisenbahndirection in Königsberg i. Pr.

Directionsmitglieder:

Grofsmann, Ober-Baurath.
Treibich, Regierungs- und Baurath.
Caspar, desgl.
Richard (Franz), desgl.
Lehmann (Paul), desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Graeger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Kunze (Bruno), Eisenbahn-Bauinspector.
Brossel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Michelsohn, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Goldap.
Menzel, desgl. in Stallupönen.
Thiele, desgl. in Ortelsburg.
Schneider, desgl. in Friedland a. d. A.
Oehlmann, desgl. in Goldap.
Webde, desgl. in Heilsberg.
Marx, desgl. in Friedland a. d. A.
Meyer (Bernhard), desgl. in Neidenburg.
Reiser, desgl. in Seeburg.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Allenstein 1: Hartmann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
" 2: Rehdantz, desgl.
" 3: Evmann, Regierungs- und Baurath.
" 4: Böhme, desgl.
Heilsberg: Mehler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Insterburg 1: Capeller, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
" 2: Hahnrieder, desgl.
Königsberg 1: Kayser, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
" 2: Winde, Regierungs- und Baurath.
Lyck: Fooba (Wilhelm), Regierungs- und Baurath.
Osterode: Schlegelmilch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Tilsit 1: Masealaky, Regierungs- und Baurath.
" 2: Lincke, desgl.

Maschineninspectionen:

Allenstein: Hasenwinkel, Eisenbahn-Bauinspector.
Insterburg: Karitzky, Eisenb.-Bauinspector.
Königsberg: Partenscky, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Königsberg: Sommerguth, Eisenbahn-Bauinspector.
Osterode: Gentz, Eisenb.-Bauinspector.
Ponarth: Geitel, Eisenb.-Bauinspector.

Telegrapheninspection Königsberg:

Baldamus, Eisenbahn-Bauinspector.

16. Königliche Eisenbahndirection in Magdeburg.

Taeger, Präsident.

Directionsmitglieder:

Ramm, Ober-Baurath.
Jonasen, Geheimer Baurath.
Erdmann, Eisenbahndirector.
Richard (Rudolf), Regierungs- u. Baurath.
Schwedler (Friedrich), desgl.
Mackensen (Wilhelm), Eisenbahndirector.
Albert, Regierungs- und Baurath.
Matthes, desgl.
Peters, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Detzner, Eisenbahn-Bauinspector.
Schwarz (Hans), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Lepère, desgl.
Riemann, desgl.
Röttrich, desgl.

Michaelis (Paul), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Magdeburg-Neustadt.
Teichgraeber, desgl. in Braunschweig.
Oberscholte, desgl. in Wittingen.
Henckes, desgl. in Wittingen.
Schröder, desgl. in Magdeburg.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Aschersleben: Eggers, Regier.- u. Baurath.
Berlin 11: Böttcher, Reg.- u. Baurath.
" 14: Nowack, desgl.
Braunschweig 1: Fuhrberg (Wilhelm), Regierungs- u. Baurath.
" 2: Paffen, desgl.
Güsten: Schorre, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Halberstadt 1: Büttner, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
" 2: Lund, desgl.
Magdeburg 1: Hagenbeck, Regierungs- u. Baurath (beurlaubt).
Maeltzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
" 2: Mackenthun, Regierungs- und Baurath.
" 3: Seyberth, desgl.
" 4: Freye, Regier.- u. Baurath.
" 5: Schmidt (Karl), Eisenbahndirector.
Stendal 1: Peter, Eisenbahndirector.
" 2: Lettmann, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspectionen:

Braunschweig: Kolbe, Eisenbahndirector.
Halberstadt: Röthig, Eisenb.-Bauinspector.
Magdeburg 1: Riemer, Eisenbahn-Bauinspector.
" 2: Meyer (August), Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Braunschweig: Trena, Eisenb.-Bauinspector.
Halberstadt: Echternach, Regierungs- u. Baurath.
Magdeburg-Buckau: Krause (Otto), Eisenbahn-Bauinspector.
Salbke: Schittke, Eisenb.-Bauinspector.
Stendal: Tanneberger, Eisenbahn-Bauinspector.

Telegrapheninspection Magdeburg:

Hartwig, Eisenbahn-Bauinspector.

17. Königl. preufsische und Grofsherzogl. hessische Eisenbahndirection in Mainz.

Directionsmitglieder:

Schneider, Ober-Baurath.
Farwick, Eisenbahndirector.
Winckler, Grofsherzogl. hessischer Regierungs- und Baurath.
Stahl, desgl.
Joetz, Grofsherzogl. hessischer Eisenbahndirector.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren:

Geibel, Grofsherzogl. hessischer Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Worms.
Wolpert, desgl. in Worms.
Rietzsch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Wald-Michelbach.
Sachse, desgl. in Mainz.
Genz, desgl. in Oppenheim.
Anthes, desgl. in Mannheim.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Bingen: Metzger, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Darmstadt 1: Mülwert, Grofsherzogl. hessischer Eisenbahndirector.
" 2: Stegmayer, Grofsh. hess. Reg.- und Baurath.
Kreuznach: Brunn, Regierungs- u. Baurath.
Mainz: Weiss, Grofsh. hess. Eisenbahndirector.
Mannheim: Ampt, Grofsh. hess. Eisenbahndirector.
Worms: Frey, Grofsh. hess. Eisenbahndirector.

Maschineninspectionen:

Darmstadt: Querner, Grofsherzogl. hessischer Eisenbahndirector.
Mainz: Jordan, Grofsh. hess. Eisenb.-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Darmstadt: Stieler, Grofsherzogl. hessischer Eisenb.-Bauinspector.
Mainz: Heuer, Grofsh. hess. Eisenb.-Director.

18. Königliche Eisenbahndirection in Münster i. Westfalen.

Directionsmitglieder:

Knebel, Ober-Baurath.
von de Sandt, Geheimer Baurath.
Keenen, desgl.
Koehler, Eisenbahndirector.
v. Flotow, Regierungs- und Baurath.
Liepe, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector:

Bischoff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Bocholt.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Bremen 3: Matthaei, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Burgsteinfurt: Walther, Regierungs- und Baurath.
Emden: Meyer (Ignaz), Regierungs- u. Baurath.
Münster 1: Rump, Reg.- und Baurath.
„ 2: Friedrichsen, Eisenb.-Director.
„ 3: Lueder, Reg.- und Baurath.
Osnabrück 1: Nohre, Reg.- und Baurath.
„ 2: Rüfsmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 3: Ortmanns, desgl.

Maschineninspectionen:

Münster 1: Stempel, Eisenbahndirector.
„ 2: vom Hove, Regierungs- und Baurath

Werkstätteninspectionen:

Lingen: Hummell, Eisenbahndirector.
Osnabrück: Classen, Eisenbahndirector.

19. Königliche Eisenbahndirection in Posen.

Directionsmitglieder:

Haafsengier, Ober- und Geheimer Baurath.
Buchholtz (Hermann), Regierungs- und Baurath.
Merseburger, desgl.
Bremer, desgl.
Danziger, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector:

Häfsler, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Posen.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Frankfurt a.O. 2: Stimm, Regierungs- und Baurath.
Glogau 2: Wegner (Gustav), Regierungs- und Baurath.
„ 3: Biedermann (Julius), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Guben: Weber, Eisenbahndirector.
Krotoschin: Schulze (Rudolf), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Lissa 1: Flender, Reg.- und Baurath.
„ 2: Degner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Meseritz: von der Ohe, Regierungs- und Baurath.
Ostrowo: Wegele, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Posen 2: Plate, Reg.- und Baurath.
„ 3: Schwertner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Guben: Klemann, Eisenbahndirector.
Lissa: Kaech, Eisenbahn-Bauinspector.
Posen: Walter, Reg.- und Baurath.

Werkstätteninspection:

Posen: Wüstnei, Eisenbahn-Bauinspector.

20. Königliche Eisenbahndirection in St. Johann-Saarbrücken.

Schwering, Präsident.

Directionsmitglieder:

Frankenfeld, Ober-Baurath.
Usener, Geheimer Baurath.
Daub, Regierungs- und Baurath.
Thewalt, desgl.
Haas, desgl.
Démanget, desgl.
Feyerabendt, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Knoblauch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Gassmann, desgl.
John, desgl.

Günter, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector in Morbach.
Prior, desgl. in Hermeskeil.
Bechtel, desgl. in Kirchberg.
Pröbeting, desgl. in Dillingen.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Mayen: Ruppenthal, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
Saarbrücken 1: Cloos, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Dauco, Regierungs- u. Baurath.
„ 3: Brennecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Trier 1: Kullmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 2: Fliegelskamp, Regierungs- und Baurath.
„ 3: Schunck, desgl.
St. Wendel: Wagner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Saarbrücken: Stiller, Eisenb.-Bauinspector.
Trier: Merts, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspectionen:

Karthaus: Taekmann, Eisenb.-Bauinspector.
Saarbrücken a: Hessenmüller, Eisenbahndirector.
„ b: Werthmann, Eisenb.-Bauinspector.

Telegrapheninspection Saarbrücken:
Hausing, Eisenbahn-Bauinspector.

21. Königliche Eisenbahndirection in Stettin.

Directionsmitglieder:

Tobien, Ober-Baurath.
Heinrich, Regierungs- und Baurath.
Lüken, Eisenbahndirector.
Wiegand (Heinrich), Regier.- u. Baurath.
Rosenkranz, desgl.
Blumenthal, desgl.
Merten, desgl.
Gilles, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Resho, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

am Ende, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Templin.
Gremler, desgl. in Swinemünde.
Ritter, desgl. in Fürstenberg in Mecklenb.
Krome, desgl. in Stettin.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspectionen:

Eberswalde: Grove, Regierungs- u. Baurath.
Freienwalde: Grosse, Reg.- u. Baurath.
Neustrelitz: Buff, Regierungs- u. Baurath.
Prenzlau: Bassel, Reg.- u. Baurath.
Stargard 2: Schwarz (Karl), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Stettin 1: Storbeck, Regier.- u. Baurath.
„ 2: Sluyter, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 3: Fahrenhorst, desgl.
Stralsund 1: Werren (Eugen), Regierungs- und Baurath.
„ 2: Schulz (Karl), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspectionen:

Stettin 1: Gutzeit, Eisenb.-Bauinspector.
„ 2: Jahnke, Reg.- und Baurath.
„ 3: Krüger, desgl.
Stralsund: Schonemann, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspectionen:

Eberswalde: Bergemann, Reg.- u. Baurath.
Greifswald: Konig, Eisenbahndirector.
Stargard: Kirsten, Eisenbahndirector.

C. Bei Provincial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung in Aachen.

Kosbab, Regierungs- und Baurath.
Siebert, desgl.

Daniels, Baurath, Kreis-Bauinspector in Aachen.
de Ball, desgl. desgl. in Düren.
Lurig, Kreis-Bauinspector in Aachen.
Marcuse, desgl. in Montjoie.

2. Regierung in Arnsberg.

Dorp, Regierungs- und Baurath.
Thielen, desgl.

Carpe, Geheimer Baurath, Kreis-Bauinspector in Brilon.
Landgrebe, Baurath, Kreis-Bauinspector in Arnsberg.
Lünzner, desgl. desgl. in Bochum.
Spanke, desgl. desgl. in Dortmund.
Luttich, desgl. desgl. in Hagen

Kruse, Kreis-Bauinspector in Siegen.
Reimer, desgl. in Soest.

3. Regierung in Aurich.

Meyer, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Bohnen, Regierungs- und Baurath.

Panse, Baurath, Wasser-Bauinspector in Norden.
Bralderhoff, Baurath, Kreis-Bauinspector in Norden.
Schulze (Ludwig), Baurath, Wasser-Bauinspector in Emden.
Duis, desgl. desgl. in Leer.
Heydar, Kreis-Bauinspector in Leer.
Hennicke, desgl. in Wilhelmshaven.
Kopplin, Wasser-Bauinspector in Wilhelmshaven.

4. Polizei-Präsidium in Berlin.

Garbe, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Krause, Regierungs- und Baurath.
Grafsmann, desgl.
Dr. v. Ritgen, desgl.

Hackar, Baurath, Bauinspector in Berlin XI.
Stoll, desgl. desgl. in Berlin VIII.
Lutcke, desgl. desgl. in Berlin V.
Nitka, desgl. desgl., Professor, in Berlin IX.
Backmann, desgl. desgl. in Charlottenburg I.
Natorp, desgl. desgl. in Charlottenburg III.
Kirstein, desgl. desgl. in Berlin VII.
Hoone, desgl. desgl. in Berlin X.
Gropius, desgl. desgl. in Berlin I.
Hopfner, Bauinspector in Berlin VI.
Reifsbrodt, desgl. in Berlin III.
Hiller, desgl. in Berlin IV.
Schneidar, desgl. in Charlottenburg II.
Schliepmann, desgl. in Berlin II.

5. Ministerial-Bau-Commission in Berlin.

Emmerich, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Weinor, desgl. desgl.
Klutmann, desgl. desgl.
Plathner, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Astfalck, Baurath, Land-Bauinspector.
Voelcker, Land-Bauinspector.

Burckner, Baurath, Bauinspector.
Lierau, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Frey, desgl. desgl.
Graef, Bauinspector.
Rösener, desgl (z. Zt auftrw in Stettin, Vertreter: Baurath, Land-Bauinspector Poetsch).
Friedeberg, Bauinspector.
Heydemann, desgl.
Kern, desgl.

6. Ober-Präsidium (Oderstrom-Bauverwaltung) in Breslau.

Hamal, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector.
Roloff (Ernst), Baurath, Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors.
Asmus, Baurath, Wasser-Bauinspector, Hulfsarbeiter.
Rimak, Wasser-Bauinspector, Hulfsarbeiter.
Sandmann, desgl. desgl.

Brinkmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Steinau a O.
Schierhorn, desgl. desgl. in Brieg a/O.
Wolffram, desgl. desgl. in Oppeln.
Schultz (Hermann), desgl. desgl. in Grofs-Glogau.
Wegener, desgl. desgl. in Breslau.
Gräfinghoff, desgl. desgl. in Custrin.
Labsien, desgl. desgl. in Frankfurt a O.
Ehlers, Wasser-Bauinspector in Crossen a/O.
Zimmermann, desgl. in Ratibor.

Meiners, Maschineninspector in Breslau.

7. Regierung in Breslau.

vom Dahl, Regierungs- und Baurath.
May, desgl.
Jende, Baurath, Bauinspector.

Reuter, Baurath, Kreis-Bauinspector in Strehlen.
Berndt, desgl. desgl. in Trebnitz.
Toebe, desgl. desgl. in Breslau (Landkreis).
Krattge, desgl. desgl. in Glatz.
Lamy, desgl. desgl. in Brieg a O.
Wollenhaupt, desgl. desgl. in Breslau (Baukreis Neumarkt).
Butz, Kreis-Bauinspector in Breslau (Stadtkreis).
Walther, desgl. in Schweidnitz.
Kirchner, desgl. in Wohlau.
Buchwald, desgl. in Breslau (Universität).
Mergard, desgl. in Reichenbach i. Schl.
Kohler (Adolf), desgl. in Oels.

8. Regierung in Bromberg.

Demnitz, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Moritz, Regierungs- und Baurath.
Seeliger, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Schwarze, Baurath, Bauinspector.
Sekerl, Baurath, Wasserbauinspector.
Steinar, Wasser-Bauinspector.

Allendorff, Baurath, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
Rhoda, desgl. desgl. in Nakel.
Stringe, Wasser-Bauinspector in Czarnikau.
v. Busse, Kreis-Bauinspector in Bromberg.
Claren, desgl in Mogilno.
Fasquel, Kreis-Bauinspector in Schubin (z. Zt. auftrw. im Minist. d. off Arb., Vertreter: Regierungs-Baumeister Rosenbaum).
Adams, Kreis-Bauinspector in Wongrowitz.
Müssigbrodt, desgl. in Nakel (z. Zt. auftrw. im Minist. d. off Arb., Vertreter: Reg.-Baumeister Michael).
Bonnstein, Kreis-Bauinspector in Schneidemuhl (Baukreis Czarnikau).
Kokstein, desgl. in Gnesen.
Possin, auftrw desgl. in Inowrazlaw.

9. Regierung in Cassel.

Waldhausen, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Dittrich, Regierungs- und Baurath.
Rüppel, desgl.
Seligmann, Baurath, Land-Bauinspector.
Heckhoff, Baurath, Bauinspector.

Schaale, Baurath, Kreis-Bauinspector in Fulda (Baukreis Hunfeld-Gersfeld).
Bornmüllar, desgl. desgl. in Gelnhausen.
Loebell, desgl. desgl. in Cassel (Baukreis Hofgeismar).
Rosskothen, desgl. desgl. in Rinteln.
Kayser, Baurath, Wasser-Bauinspector in Marburg.
Stafer, Baurath, Kreis-Bauinspector in Melsungen.
Janart, desgl. desgl. in Cassel II.
Keller, Baurath, Wasser-Bauinspector in Cassel.
Selhorst, Baurath, Kreis-Bauinspector in Fulda.
Zolffel, desgl. desgl. in Marburg I.
Schneidar (Karl), desgl. desgl. in Homberg.
Becker, Kreis-Bauinspector in Hanau.
Arenberg, desgl. in Cassel I.
Garschina, Wasser-Bauinspector in Fulda.
Timborn, Kreis-Bauinspector in Hersfeld.
Hippenstiel, desgl. in Marburg II.
Brzozowski, desgl. in Schmalkalden.
Fitz, desgl. in Kirchhain.
Behrendt, auftrw. desgl. in Eschwege.

10. Ober-Präsidium (Rheinstrom-Bauverwaltung) in Coblenz.

Müller, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath, Strom-Baudirector.
Mütse, Regierungs- und Baurath, Rheinschiffahrts-Inspector.
Morant, Baurath, Wasser-Bauinspector, Stellvertreter des Strom-Baudirectors.
Goltermann, Wasser-Bauinspector.

Isphording, Baurath, Wasser-Bauinspector in Köln a Rh.
Luyken, desgl. desgl. in Dusseldorf.
Eichentopf, desgl. desgl. in Wesel.
Rossler, Wasser-Bauinspector in Coblenz.

Grimm, Maschineninspector in Coblenz.

11. Regierung in Coblenz.

Schelten, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Launer, desgl. desgl.

Honderichs, Baurath, Kreis-Bauinspector in Coblenz.
Lucas, desgl. desgl. in Kreuznach.
Schmitz, desgl. desgl. in Andernach.
Weifser, desgl. Wasser-Bauinspector in Coblenz.
Jaensch, Kreis-Bauinspector in Wetzlar.

12. Ober-Präsidium (Weichselstrom-Bauverwaltung) in Danzig.

Görz, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector.

Schaataneack, Baurath, Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors.
Schmidt (Karl), Wasser-Bauinspector, Hülfsarbeiter.
Richter (William), desgl. desgl.
Kohlenberg, desgl. desgl. (z. Zt. auftrw. in Swinemünde [sieh Regierung in Stettin]).

Löwe, Baurath, Wasser-Bauinspector in Marienwerder.
Rodolph, desgl. desgl. in Culm.
Clausau, desgl. desgl. in Dirschau.
Niaaa, Wasser-Bauinspector in Thorn.
Haroiach, desgl. in Marienburg W/Pr.

Mortschinowski, Maschineninspector in Grofs-Plehnendorf.

13. Regierung in Danzig.

Böltgar, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Mau, Regierungs- und Baurath.
Thomas, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Lahmback, Baurath, Bauinspector.

Mutlroy, Baurath, Kreis-Bauinsp. in Danzig.
Delion, Baurath, Wasser-Bauinspector in Elbing.
Nolte, desgl. Kreis-Bauinspector in Pr. Stargard.
Spittel, Kreis-Bauinspector in Neustadt W/Pr.
Geick, desgl. in Elbing (z. Zt. auftrw. in Posen, Vertreter: Reg.-Baumeister Neuhans).
Scheltofs, Kreis-Bauinspector in Carthaus.
Lehmann, Bauinspector bei der Polizei-Direction in Danzig (z. Zt. auftrw. in Rixdorf, Reg.-Bezirk Potsdam, Vertreter: Reg.-Baumeister Auschütz.)
Abosser, Kreis-Bauinspector in Marienburg W/Pr.
Lodiech, Hafen-Bauinspect. in Neufahrwasser.
Pichol, Kreis-Bauinspector in Berent W/Pr.

14. Regierung in Düsseldorf.

Basenjäger, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Lieckfeldt, Regierungs- und Baurath.
Endell, desgl.
Voigt, Land-Bauinspector.
Nekonz, Wasser-Bauinspector.

Ewerding, Baurath, Kreis-Bauinspector in Krefeld.
Spillner, desgl. desgl. in Essen.
Hillenkamp, desgl. desgl. in Wesel.
Schreibst, desgl. desgl. in Geldern.
Bongard, desgl. desgl. in Düsseldorf.
Misling, desgl. desgl. in Elberfeld.
Pruemeen, desgl., Wasser-Bauinspector in Ruhrort.

15. Regierung in Erfurt.

Kifa, Regierungs- und Baurath.
Stolze, desgl. (z. Zt. auftrw. in Gumbinnen, Vertreter: Michelmann [sieh unten]).
Michelmann, Baurath, Wasser-Bauinspector.

Borchers, Baurath, Kreis-Bauinspector in Erfurt.
Cullmann von Schattaburg, Baurath, Kreis-Bauinspector in Schleusingen.
Röttscher, desgl. desgl. in Mühlhausen i/Thür.
Unger, desgl. desgl. in Nordhausen.
Tietz, desgl. desgl. in Heiligenstadt (z. Zt. auftrw. in Swinemunde, Regierungs-Bezirk Stettin. Vertreter: Regier.-Baumeister Holtzheuer).

16. Regierung in Frankfurt a O.

Kröhnke, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Tieffenbach, Regierungs- und Baurath.
v. Lokomski, Baurath, Land-Bauinspector.
Schols, desgl. desgl.
Achenbach, Land-Bauinspector.
Reichelt, Wasser-Bauinspector.

Beutlor, Baurath, Kreis-Bauinspector in Cottbus.
Engisch, desgl. desgl. in Zullichau.
Mebue, desgl. desgl. in Drossen.
Schultz (Johannes), Baurath, Wasser-Bauinspector in Landsberg a/W.
Hesse, Baurath, Kreis-Bauinspector in Frankfurt a O.
Andreoa, desgl. desgl. in Landsberg a/W.
Hohenberg, Kreis-Bauinspector in Friedeberg N M.
Mettke, desgl. in Arnswalde.
Richter, desgl. in Königsberg N M.
v. Bandel, desgl. in Luckau.
Tieliag, desgl. in Sorau.
Kuch, auftrw. desgl. in Guben.

17. Regierung in Gumbinnen.

Schlichting, Regierungs- und Baurath.
Housmann, desgl.
Breisig, desgl.
Stolze, desgl. (auftrw., mit der Revision der Ablösungs-Berechnungen der wegebaulichen Verpflichtungen betraut [sieh Regierung in Erfurt]).
Schiele, Bauinspector.

Momm, Baurath, Kreis-Bauinspector in Sensburg.
Hasenkamp, Baurath, Wasser-Bauinspect. in Kukerneese.
Teate, Kreis-Bauinspector in Ragnit.
Wichart, desgl. in Insterburg.
Heise, desgl. in Tilsit.
Jaughoen, desgl. in Goldap.
Kerejes, Wasser-Bauinspector in Tilsit.
John, desgl. in Lötzen.
Winkelmann, Kreis-Bauinspector in Lyck.
Meyer (Philipp), desgl. in Stallupoenen.
Böttcher, desgl. in Pillkallen.
Overbeck, desgl. in Angerburg.
Schultz (Fritz), auftrw. desgl. in Lötzen.
Gyfsling, auftrw. desgl. in Gumbinnen.
Wieprecht, auftrw. desgl. in Kaukehmen.
Koldewey, auftrw desgl. in Johannisburg.

18. Ober-Präsidium (Weserstrom-Bauverwaltung) in Hannover.

Muttray, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector.
Réer, Baurath, Wasser-Bauinspector, Hülfsarbeiter.
Müller (Paul), desgl. desgl., Stellvertreter des Strom-Baudirectors.
Witte, Wasser-Bauinspector, Hülfsarbeiter.
Schmidt (William), desgl. desgl.

Beckmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Verden.
Fechner, desgl. desgl. in Minden.
Hellmuth, desgl. desgl. in Hameln.
Wochsmuth, desgl. desgl. in Hoya.
Greve, desgl. desgl. in Cassel.

19. Regierung in Hannover.

Fraulich, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Bergmann, Regierungs- und Baurath.
Nianburg, Baurath, Land-Bauinspector.
Muller (Wilhelm), Wasser-Bauinspector.

Danecoberg, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hannover.
Koch, Baurath, Kreis-Bauinspect. in Hameln.
Schröder, desgl. desgl. in Hannover.
Scherlor, desgl. desgl. in Diepholz.
Otto, Kreis-Bauinspector in Nienburg a Weser.
Niemann, desgl. in Hannover.

20. Regierung in Hildesheim.

Hellwig, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Borchers, Regierungs- und Baurath.
Herzig, Baurath, Land-Bauinspector.

Schada, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hildesheim.
Mende, Baurath, Kreis-Bauinspector in Osterode a H.
Breymann, desgl. desgl. in Göttingen.
Hensel, desgl. desgl. in Hildesheim II.
Henner, Baurath, Wasser-Bauinspector in Northeim.
v. Behr, Baurath, Kreis-Bauinspector in Goslar.
Rühlmann, desgl. desgl. in Hildesheim I.
Kleinert, Kreis-Bauinspector in Einbeck.
Kirchhoff, desgl. in Goslar (Baukreis Zellerfeld).

21. Regierung in Köln.

Balzar, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Runga, Regierungs- und Baurath.

Freyse, Baurath, Kreis-Bauinspector in Köln.
Schulze (Rob.), desgl. desgl. in Bonn.
Faust, desgl. desgl. in Siegburg.

22. Regierung in Königsberg O P.

Bessel-Lorch, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Gerhardt, Regierungs- und Baurath.
Soron, desgl.

Sibar, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Scholz, desgl. desgl.
Saring, Land-Bauinspector.
Twiehaus, Wasser-Bauinspector.

Siebart, Baurath, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Stadtkreis III).
Büttner, desgl. desgl. in Königsberg I (Landkr. Eylau).
Knappe, desgl. desgl. in Königsberg (Stadtkreis IV).
Schultz (Gustav), Baurath, Kreis-Bauinsp. in Königsberg II (Landkr. Fischhausen).
Ehrhardt, Kreis-Bauinspector in Allenstein.
Brickenstein, Baurath, Wasser-Bauinsp. in Zölp bei Maldeuten O/P.
Bergmann, Kreis-Bauinsp. in Rastenburg.
Beifse, Hafen-Bauinspector in Pillau.
Held, Kreis-Bauinspector in Bartenstein.
v. Manikowsky, desgl. in Osterode O/P.
Bärde, desgl. in Labiau (z. Zt. auftrw. im Minist. der öffentl. Arb., Vertreter: Regierungs-Baumeister Paulsdorff).
Opfergelt, Kreis-Bauinspector in Rössel.
Mussat, Hafen-Bauinspector in Memel.
Vofs, Wasser-Bauinspector in Tapiau.
Leidich, Kreis-Bauinspector in Königsberg V (Landkreis).
Callenberg, desgl. in Memel.
Klehmet, desgl. in Braunsberg.
Laithold, desgl. in Wehlau.
Schütze, desgl. in Sillehnen (Baukreis Mohrungen).
Leben, desgl. in Neidenburg.
Waisstein, auftrw. desgl. in Ortelsburg.

Schmitt, Baurath, Maschineninsp. in Pillau.
Breitenfeld, auftrw. desgl. in Buchwalde.

23. Regierung in Köslin.

Adank, Regierungs- und Baurath.
Wilhelms, desgl.
Koppen, Baurath, Land-Bauinspector.

Jaerkel, Geheimer Baurath, Kreis-Bauinspector in Stolp.
Kellner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neustettin.
Glasewald, desgl. desgl. in Köslin.
Dohrmann, Hafen-Bauinspector in Kolbergermünde.
Harms, Kreis-Bauinspector in Kolberg.
Eckardt, desgl. in Dramburg.
Krucken, desgl. in Lauenburg i. Pomm.
Brohl, auftrw. desgl. in Schlawe.

24. Regierung in Liegnitz.

Reiche, Regierungs- und Baurath.
Mylius, desgl.
Jacob, Baurath, Wasser-Bauinspector.

Holtzhausen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Sagan.
Balthasar, desgl. desgl. in Görlitz.
Jungfer, desgl. desgl. in Hirschberg.
Ziolecki, desgl. desgl. in Bunzlau.
Pfeiffer, desgl. desgl. in Liegnitz.
Friede, Kreis-Bauinspector in Grünberg.
Arian, desgl. in Landeshut.
Arens, desgl. in Hoyerswerda.

25. Regierung in Lüneburg.

Bastian, Regierungs- und Baurath.
Sympher, desgl. (z. Zt. auftrw. im Minist. d. öff. Arb., Vertreter: Regierungs- u. Baurath Brandt aus Schleswig).

Lindemann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hitzacker.
v. Wickede, desgl. desgl. in Celle.
Lauenroth, desgl. desgl. in Lüneburg.
Zeuner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Harburg.
Narten, Baurath, Wasser-Bauinspector in Harburg.
Lucas, Baurath, Kreis-Bauinspector in Celle.
Egersdorff, Kreis-Bauinspector in Uelzen.
Schultz (Friedr.), desgl. in Burgdorf.

26. Ober-Präsidium (Elbstrom-Bauverwaltung) in Magdeburg.

Hoffgas, Regierungs- und Baurath, Geh. Baurath, Strom-Baudirector.
Bauer, Baurath, Wasser-Bauinspector, Stellvertreter des Strom-Baudirectors.
Eggemann, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Schmidt (Heinrich), desgl. desgl.

Fischer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Wittenberge.
Claussen, desgl. desgl. in Magdeburg.
Heekt, desgl. desgl. in Tangermünde.
Thomany, desgl. desgl. in Lauenburg a. E.
Teichert, desgl. desgl. in Hitzacker.
Blumberg, desgl. desgl. in Torgau.

Haacke, Maschineninspector in Magdeburg.

27. Regierung in Magdeburg.

Bayer, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Moebius, desgl. desgl.
Cuqui, Baurath, Land-Bauinspector.
Semmelmann, Land-Bauinspector.

Varnhagen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Halberstadt.
Pitsch, desgl. desgl. in Wanzleben.
Heller, desgl. desgl. in Neuhaldensleben.
Gnuschke, desgl. desgl. in Quedlinburg.
Zschintzsch, Baurath, Wasser-Bauinspector in Genthin.
Prejawa, Baurath, Kreis-Bauinspector in Salzwedel.
Zorn, desgl. desgl. in Magdeburg II.
Hagemann, Kreis-Bauinsp. in Halberstadt (Baukreis Oschersleben).
Ochs, desgl. in Magdeburg I.
Heinze, desgl. in Stendal.
Behr, desgl. in Wolmirstedt.
Engelbrecht, desgl. in Genthin.
Schönfeld, desgl. in Schönebeck.

28. Regierung in Marienwerder.

Biedermann, Regierungs- und Baurath.
Maas, desgl.
Kerstein, Bauinspector.

Otto, Baurath, Kreis-Bauinspector in Konitz.
Rainboth, desgl. desgl. in Dt.-Eylau.
Buchar, desgl. desgl. in Strasburg W/Pr.
Wendorff, Kreis-Bauinsp. in Graudenz.
Rambeau, desgl. in Culm.
Morin, desgl. in Thorn.
Ballmann, desgl. in Marienwerder.
Petersen, desgl. in Neumark.
Böhnert, desgl. in Schwetz.
Klemm, desgl. in Schlochau.
Huber, desgl. in Konitz (Baukreis Flatow).
Jahr, auftrw. desgl. in Dt.-Krone.

29. Regierung in Merseburg.

Messerschmidt, Regierungs- u. Baurath, Geheimer Baurath.
Reisner, Regierungs- und Baurath.
Brotting, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Schulz (Paul), Baurath, Land-Bauinspector.

Boës, Geheimer Baurath, Wasser-Bauinsp. in Naumburg a/S.
Brunecke, desgl. desgl. in Halle a/S.
Jahn, Baurath, Kreis-Bauinsp. in Eisleben.
Bluhm, desgl. desgl. in Wittenberg.
Eichelberg, desgl. desgl. in Zeitz.
Wagenschein, desgl. desgl. in Torgau.
Trampe, Baurath, Kreis-Bauinspector in Naumburg a/S.
Matz, desgl. desgl. in Halle a/S. I.
Wosnigk, desgl. desgl. in Merseburg.
Stover, Kreis-Bauinspector in Halle a/S. II.
Jellinghaus, desgl. in Sangerhausen.
Elkisch, desgl. in Delitzsch.

30. Regierung in Minden.

Bohnstedt, Regierungs- und Baurath.
Pohl, Baurath, Wasser-Bauinspector.

Büchling, Baurath, Kreis-Bauinspector in Bielefeld.
Biermann, desgl. desgl. in Paderborn.
Holtgreve, desgl. desgl. in Höxter.
Engelmeier, desgl. desgl. in Minden.

31. Regierung in Münster i/W.

Bormann, Regierungs- und Baurath.
Jaspers, Baurath, Wasser-Bauinspector.

Dapper, Baurath, Kreis-Bauinspector in Münster II.
Vollmar, desgl. desgl. in Münster I.
Piper, Baurath, Wasser-Bauinsp. in Hamm.
Schultz (Adalbert), Kreis-Bauinspector in Recklinghausen.

32. Königliche Canal-Bauverwaltung in Münster i/W.

Hermann, Regierungs- und Baurath.
Weifsker, Baurath, Wasser-Bauinspector, Stellvertreter des Regierungs- u. Bauraths bei der Canal-Bauverwaltung.
Barner, Bauinspector (für das Maschinen-Baufach), Hülfsarbeiter bei der Canal-Bauverwaltung.

Franke, Baurath, Wasser-Bauinspector in Koppelschleuse bei Meppen.
Schulte, Wasser-Bauinsp. in Münster i/W.

33. Regierung in Oppeln.

Münchhoff, Regierungs- und Baurath.
Hesech, desgl.
König, desgl.
Borggreve, Baurath, Land-Bauinspector.
Schmidt (Hugo), Wasser-Bauinspector.

Volkmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Ratibor.
Schelk, desgl. desgl. in Neifse (Baukreis Grottkau).
Bleu, desgl. desgl. in Beuthen O/S.
Posero, desgl. desgl. in Plefs.
Ritzel, desgl. desgl. in Neustadt O/S.
Lempe, Baurath, Wasser-Bauinspector in Gleiwitz.
Gruhl, Kreis-Bauinspector in Oppeln.
Killing, desgl. in Leobschütz.
Rahorst, desgl. in Neifse.
Schröder, desgl. in Cosel.
Weihe, desgl. in Gr. Strehlitz.
Meyer (Karl), desgl. in Kreuzburg O/S.
Stahenbrock, desgl. in Rybnik.
Hudemann, desgl. in Tarnowitz.
Ulrich, desgl. in Karlsruhe O/S.

34. Regierung in Osnabrück.

Junker, Regierungs- und Baurath.

Reifsner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Osnabrück.
Bergmann, Kreis-Bauinspector in Lingen.

35. Regierung in Posen.

Peltz, Regierungs- und Baurath (z. Zt. beurlaubt, Vertreter: Kreis-Bauinspector Geich aus Elbing [sieh Regierung in Danzig]).
Weber, Regierungs- und Baurath.
Schneider, desgl.
Seidel, Baurath, Wasser-Bauinspector.

Hirt, Baurath, Kreis-Bauinspector in Posen.
Wilcke, desgl. desgl. in Meseritz.
Tophof, desgl. desgl. in Wollstein.
Hauptner, desgl. desgl. in Posen (Baukreis Samter).
Weber, Baurath, Wasser-Bauinsp. in Posen.
Engelhart, Kreis-Bauinspector in Lissa in Posen (Baukreis Rawitsch).
Rieck, desgl. in Lindenstadt bei Birnbaum.
Runge, desgl. in Obornik.
Engel, desgl. in Schrimm.
Büchner, desgl. in Wreschen.
Morten, Wasser-Bauinspector in Birnbaum.
Lentfeld, auftrw. Kreis-Bauinspector in Ostrowo.
Schultz (Georg), auftrw. desgl. in Lissa.
Noethling, auftrw. desgl. in Krotoschin

36. Regierung in Potsdam.

v. Tiedemann, Regierungs- und Baurath, Geheimer Regierungsrath.
Krüger, Regierungs- u. Baurath, Professor.
Taubert, Regierungs- und Baurath.
Volkmann, desgl.
Martins, Baurath, Land-Bauinspector.
Sievers, Baurath, Wasser-Bauinspector.
Wever, Land-Bauinspector.
Iben, Wasser-Bauinspector.

Köhler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Brandenburg a/H.
Bohl, desgl. desgl. in Berlin III.
Dittmer, desgl. desgl. in Jüterbog.
Leithold, desgl. desgl. in Berlin II.
Prentzel, desgl. Bauinspector in Potsdam (Polizei-Bauinspection).
Wichgraf, desgl. Kreis-Bauinspector in Neu-Ruppin.
Düsing, desgl. Wasser-Bauinspector in Potsdam.
Elze, desgl. desgl. in Eberswalde.
Bronikowski, desgl. desgl. in Cöpenick.
Hippel, desgl. desgl. in Zehdenick.
Gröhe, desgl. desgl. in Fürstenwalde a/Spree.
Mund, Kreis-Bauinspector in Angermünde.
Cummerow, desgl. in Perleberg.
Laske, desgl., Prof., in Potsdam.
Lehmann, Bauinspector in Rixdorf (auftrw. bei der Polizei-Direction daselbst [sieh Regierung in Danzig]).
Holmgren, Wasser-Bauinsp. in Rathenow.
Heusser, Kreis-Bauinspector in Beeskow.
Jaffé, desgl. in Berlin I.
Jennigen, Wasser-Bauinsp. in Neu-Ruppin.
Rohr, Kreis-Bauinspector in Wittstock.
v. Pentz, desgl. in Freienwalde a/O.
Scheller, desgl. in Templin.
Strümpfler, desgl. in Nauen.
Lehmgrübner, auftrw. desgl. in Prenzlau.

37. Regierung in Schleswig.

Suadicani, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Klopsch, Regierungs- und Baurath.
Mühlke, desgl.
Brandt, desgl. (z. Zt. auftrw. in Lüneburg, Vertreter: Baurath, Hafen-Bauinspector Lindner aus Swinemünde [sieh Regierung in Stettin]).
Kracht, Baurath, Wasser-Bauinspector.

Weinreich, Baurath, Wasser-Bauinspector in Husum.
Heydorn, desgl. desgl. in Ploen.
Jensen, desgl. desgl. in Flensburg.
Reimers, desgl. desgl. in Tonning.
Kosidowski, Baurath, Kreis-Bauinspector in Schleswig.
Brinckmann, desgl. desgl. in Kiel (Stadt).
Reichenbach, desgl. desgl. in Flensburg.
Sommermeier, Baurath, Wasser-Bauinspector in Glückstadt.
Jablonowski, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hadersleben.
Waife, Kreis-Bauinspector in Altona.
Redleff, desgl. in Kiel (Land).
Dankwardt, desgl. in Husum.

38. Regierung in Sigmaringen.

Froebel, Regierungs- und Baurath.

39. Regierung in Stade.

Horn, Regierungs- und Baurath.
Stosch, desgl.
Dempwolff, Baurath, Wasser-Bauinspector.

Bolten, Baurath, Wasser-Bauinspector in Buxtehude.
Moormann, desgl. Kreis-Bauinspector in Geestemünde.
Hesch, desgl. Wasser-Bauinspector in Geestemünde.
Millitzer, desgl. desgl. in Bremen (Baukreis Blumenthal).
Goedcke, Kreis-Bauinspector in Verden.
Rudolph, Wasser-Bauinspector in Neuhaus a/Oste.
Meschke, desgl. in Stade.
Erdmann, Kreis-Bauinspector in Stade.
Brügner, desgl. in Buxtehude.

40. Regierung in Stettin.

Dalins, Regierungs- u. Baurath, Geheimer Baurath (z. Zt. auftrw. im Minist. d. öffentl. Arb., Vertreter: Bauinspector Roesener aus Berlin [sieh Ministerial-Bau-Commission]).
Eich, Regierungs- und Baurath.
Bergmann, Baurath, Land-Bauinspector.

Wolff, Baurath, Kreis-Bauinspector in Cammin.
Mannsdorf, desgl. desgl. in Stettin.
Blankenburg, desgl. desgl. in Swinemünde (z. Zt. nicht im Dienst; Vertreter: Baurath, Kreis-Bauinspector Tietz aus Heiligenstadt [sieh Regierung in Erfurt]).
Beckershaus, Baurath, Kreis-Bauinspect. in Greifenberg i/P.
Teemer, desgl. desgl. in Demmin.
Johl, desgl. desgl. in Stargard i/P.
Kuntze, Baurath, Wasser-Bauinspector in Stettin.
Lindner, Baurath, Hafen-Bauinspector in Swinemünde (z. Zt. auftrw. in Schleswig, Vertreter: Wasser-Bauinspector Kohlenberg aus Danzig [sieh Ober-Präs., Weichselstrombauverw., Danzig]).
Freude, Kreis-Bauinspector in Anklam.
Priefs, desgl. in Naugard.
Siegling, desgl. in Pyritz.

Rudolph, Maschineninspector in Bredow bei Stettin.

41. Regierung in Stralsund.

Wallmann, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
Hellwig, Regierungs- und Baurath.

Willert, Kreis-Bauinspector in Stralsund I.
Dechlart, desgl. in Stralsund II.
Tincauzer, Wasser-Bauinspect. in Stralsund.
Schmidt (Wilhelm), Kreis-Bauinspector in Greifswald.

42. Regierung in Trier.

Hartmann, Regierungs- und Baurath.
v. Pelser-Berensberg, desgl.
Heimsoath, Baurath, Bauinspector.

Brauweiler, Geheimer Baurath, Kreis-Bauinspector in Trier.
Traplin, Baurath, Wasser-Bauinspector in Trier.
Werneburg, desgl. desgl. in St. Johann b. Saarbrücken (Baukreis Saarbrücken).
Schödrey, Kreis-Bauinspect. in Saarbrücken.
Molz, desgl. in Trier (Baukreis Bitburg).
Wilkens, Kreis-Bauinspector in Trier (Baukreis Bernkastel).

43. Regierung in Wiesbaden.

Gersdorff, Regierungs- und Baurath.
Angelroth, desgl.
Lahse, Baurath, Bauinspector.

Spinn, Baurath, Kreis-Bauinspector in Weilburg.
Brinkmann, desgl. desgl. in Frankfurt a. M.
Roeder, Baurath, Wasser-Bauinspector in Diez a. d. Lahn.
Dimel, Baurath, Kreis-Bauinspector in Wiesbaden II.
Hasse (Karl), desgl. desgl. in Biedenkopf.
Hahn, Baurath, Wasser-Bauinspector in Frankfurt a. M.
Beilstein, Baurath, Kreis-Bauinspector in Diez a. d. Lahn.
Bleich, desgl. desgl. in Homburg v. d. Höhe.
Hesse (Julius), desgl. desgl. in Langen-Schwalbach.
Dangers, Kreis-Bauinspector in Dillenburg.
Wosch, desgl. in Wiesbaden I.
Stock, desgl. in Rüdesheim.
Filbry, desgl. in Montabaur.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers und Königs, beim Ober-Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses usw.

Tetens, Ober-Hofbaurath, Director in Berlin.

a) Beim Königl. Ober-Hofmarschallamte.

Bohne, Hof-Baurath in Potsdam.
Geyer, desgl. in Berlin.
Wittig, Hof-Bauinspector in Potsdam.
Kavel, desgl. in Berlin.

Ihne, Geheimer Hofbaurath in Berlin (aufseretatmäfsig).

Mit der Leitung der Schlofsbauten in den Provinzen beauftragt.

Buts, Kreis-Bauinspector in Breslau.
Fischer, Postbaurath a. D. in Hannover.
Launer, Regierungs- u. Baurath, Geheimer Baurath in Coblenz.
Jungfer, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hirschberg i. Schl.
Reifsner, desgl. desgl. in Osnabrück.
Laur, fürstl. Bauinspector in Hechingen.
Jacobi, Baurath in Homburg v. d. H.
Knappe, Baurath, Kreis-Bauinspector in Königsberg i. Pr.
Wosch, Kreis-Bauinspector in Wiesbaden.
Oertel, Hof-Bauinspector in Wilhelmshöhe bei Cassel.
Blumhardt, Regierungs- und Baurath in Metz.

b) Bei der Königlichen Garten-Intendantur.

Bohne, Hofbaurath in Potsdam.
Kavel, Hof-Bauinspector in Berlin.
Fischer, Postbaurath a. D. in Hannover.
Launer, Regierungs- u. Baurath, Geheimer Baurath in Coblenz.
Jacobi, Baurath in Homburg v. d. H.

c) Bei dem Königlichen Ober-Marstallamt.

Bohm, Architekt (auftrw.) in Berlin (auch für Potsdam).

d) Beim Königl. Hof-Jagdamt

Wittig, Hof-Bauinspector in Potsdam.
Kavel, desgl. in Berlin.

Bei der General-Intendantur der Königlichen Schauspiele

Heim, Baurath, Architekt der Königl. Theater (aufseretatmäfsig) in Berlin.
Frühling, Hofrath, Hof-Bauconducteur in Hannover.
Rüppel, Regierungs- und Baurath in Cassel.

Bei der Hofkammer:

Temor, Hofkammer- und Baurath in Berlin.
Lühke, Haus-Fideicommifs-Bauinspector in Breslau.
Weinbach, Baurath, desgl. in Breslau.

2. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Persius, Geheimer Ober-Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin.
Spitta, Geheimer Baurath und vortragender Rath in Berlin.
Dr. Meydenbauer, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath in Berlin.
Ditmar, Baurath, Land-Bauinsp. in Berlin.
Stooff, Baurath, Land-Bauinspector in Berlin.

Voigtel, Regierungs- u. Baurath, Geheimer Regierungsrath, Dombaumeister in Köln.
Promnitz, Baurath, Bauinspector bei der Kloster-Verwaltung in Hannover.
Merzenich, Baurath, Land-Bauinspector, Professor, Architekt für die Königl. Museen in Berlin.
Bath, Land-Bauinspector und akademischer Baumeister in Greifswald.

3. Beim Finanz-Ministerium.

Lacomi, Geheimer Finanzrath in Berlin.

4. Beim Ministerium für Handel und Gewerbe und im Ressort desselben.

Weber, Regierungs- und Baurath, in der Centralabtheilung, in Berlin.
Hasslow, Ober-Berg- und Baurath, in der Bergabtheilung, in Berlin.

Oiseka, Baurath, bautechnisches Mitglied der Bergwerk-Direction in Saarbrücken.
Loose, Baurath, Bauinspector für den Ober-Bergamts-Bez. Breslau, in Gleiwitz.
Latowsky, Bauinspector und Mitglied der Bergwerkdirection in Saarbrücken.
Milow, Bauinspector in Saarbrücken.
Buchmann, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-Bezirk Halle a/S., in Schönebeck bei Magdeburg.
Schmidt (Rob.), Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-Bezirk Halle a S., in Stafsfurt.
Bock, Regierungs-Baumeister, auftrw. Verwaltung der Bauinspection im Ober-Bergamts-Bezirk Dortmund, in Osnabrück.
Ziegler, Bauinspector für d. Ober-Bergamts-Bezirk Clausthal, in Clausthal.

5. Beim Ministerium für Landwirthschaft, Domänen und Forsten und im Ressort desselben.

A. Beim Ministerium.

Kunisch, Geheimer Ober-Regierungsrath u. vortragender Rath.
Reimann, Geheimer Ober-Baurath und vortragender Rath.
v. Münstermann, Geheimer Baurath und vortragender Rath.
Bahrndt, Regierungs- und Baurath.
Nolda, desgl.

B. Bei Provincial-Verwaltungs-Behörden.

a) Meliorations-Bauämter

Schmidt, Regierungs- u. Baurath, Geheimer Baurath in Cassel.
Wille, desgl. in Magdeburg.
Nestor, Regierungs- und Baurath in Posen.
v. Lancizolle, desgl. in Stettin.
Fahl, desgl. in Danzig.
Danckwerts, desgl. in Königsberg O/Pr.
Grantz, desgl. in Berlin.
Münchow, desgl. bei der General-Commission in Düsseldorf.
Graf, Regierungs- u. Baurath in Düsseldorf.
Huppertz (Karl), Professor für landwirthschaftliche Baukunde und Meliorationswesen an der landwirthschaftl. Akademie in Poppelsdorf bei Bonn.

Künzel, Baurath, Meliorations-Bauinspector in Bonn.
Krüger I, Meliorations-Bauinsp. in Breslau.
Reckon, Baurath, desgl. in Hannover.
Nuyken, Meliorations-Bauinspector in Münster i/W.
Münch, desgl. in Coblenz.
Hennings, desgl. in Oppeln.
Fischer, desgl. in Bromberg.
Wegner, desgl. in Berlin.
Krüger II, desgl. in Lüneburg
Danecke, desgl. in Danzig
Tholoits, desgl. in Wiesbaden.
Timmermann, desgl. in Schleswig.
Surauw, Meliorations-Bauinspector bei der General-Commission in Münster i/W.
Quirll, Meliorations-Bauinspector in Osnabruck.
Müller (Karl), desgl. in Insterburg.
Knauer, desgl. in Königsberg O/Pr.
Müller (Heinrich), desgl. in Köslin.
Dubislav, desgl. in Hirschberg i/Schl.
Herrmann, desgl. in Münster i/W.
Ippach, desgl. in Trier.
Neumann, desgl. in Merseburg.

b) Ansiedlungs-Commission für die Provinzen Westpreufsen und Posen in Posen.

Krey, Regierungs- und Baurath.
Fischer (Paul), Bauinspector.

6. Den diplomatischen Vertretern im Auslande sind angetheilt:

Rasch, Regierungs- und Baurath in Paris.
Offermann, Wasser-Bauinspect. in Buenos-Aires.
Muthesius, Regier.-Baumeister in London.

7. Bei den Provincial-Bauverwaltungen.

Provinz Ostpreufsen.

Varrentrapp, Landes-Baurath in Königsberg.
Stahl, Landes-Bauinspector, Hülfsarbeiter bei der Central-Verwaltung in Königsberg.

Le Blanc, Baurath, Landes-Bauinspector in Allenstein.
Wienholdt, desgl. desgl. in Königsberg.
Brunecke, desgl. desgl. in Tilsit.
Hülsmann, Landes-Bauinspect. in Insterburg

Provinz Westpreufsen.

Tibartius, Landes-Baurath in Danzig.

Harnisch, Landes-Bauinspect., Provincial-Chausseeverwaltung des Baukreises Danzig I und Neubau-Bureau, in Langfuhr bei Danzig.

Provinz Brandenburg.

Blath, Geheimer Baurath, Landes-Baurath und Provincial-Conservator in Berlin.

Ooscke, Landes-Baurath in Berlin.
Schubart, Baurath, Landes-Bauinspector in Prenzlau.
Langen, desgl. desgl. in Berlin.
Wegener, desgl. desgl. in Berlin.
Techow, desgl. desgl. in Potsdam.
Paveling, desgl. desgl. in Eberswalde.
Friedenreich, Landes-Bauinspector in Perleberg.
Neujahr, desgl. in Landsberg a/W.

Provinz Pommern.

Drews, Landes-Baurath in Stettin.

Provinz Posen.

Wolff, Geheimer Baurath, Landes-Baurath in Posen.
Henke, Landes-Bauinspector, bei der Landes-Hauptverwaltung in Posen.

John, Baurath, Landes-Bauinspector in Lissa.
Cranz, desgl. desgl. in Gnesen.
Hoffmann, desgl. desgl. in Ostrowo.
Mascherek, desgl. desgl. in Posen.
Ziemski, Landes-Bauinspector in Bromberg.
Schönborn, desgl. in Posen.
Vogt, desgl. in Rogasen.
v. d. Ostau, desgl. in Kosten.
Pallats, desgl. in Nakel.
Schiller, desgl. in Krotoschin.
Bartsch, desgl. in Meseritz.
Semler, desgl. in Schneidemühl.

Provinz Schlesien.

Keil, Geheimer Baurath und Landes-Baurath in Breslau.
Lau, Baurath, Landes-Baurath in Breslau.

Vetter, Baurath, Landes-Bauinspector in Hirschberg
Suttar, Landes-Bauinspector in Schweidnitz.
Tanneberger, Baurath, Landes-Bauinspect. in Breslau.
Rasch, desgl. desgl. in Oppeln.
Strafsberger, desgl. desgl. in Gleiwitz.
Ansorge, Landes-Bauinspector in Breslau.
Blumner, Baurath, Landes-Bauinspector in Breslau.
Oretschel, Landes-Bauinspector in Breslau.

Provinz Sachsen.

Eichhorn, Baurath, auftrw. Landes-Baurath in Merseburg.
Salomon, Landes-Bauinspector in Merseburg.
Gätjens, Landes-Bauinspector in Merseburg.
Nikolaus, Landes-Bauinspect. in Merseburg.

Bindewald, Baurath, Landes-Bauinspector in Stendal.
Rose, desgl. desgl. in Weifsenfels.
Müller, desgl. desgl. in Erfurt.
Krebel, desgl. desgl. in Eisleben.
Tietmeyer, desgl. desgl. in Magdeburg.
Rantenberg, desgl. desgl. in Gardelegen.
Göfslinghoff, Landes-Bauinspector in Halle a/S.
Binkowski, desgl. in Halberstadt.
Schallhaas, Landes-Bauinspector, auftrw. mit Wahrnehmung der Geschäfte der Landes-Bauinspection beauftragt, in Mühlhausen i/Th.
Lucke, Landes-Bauinspector in Torgau.

Provinz Schleswig-Holstein.

Eckermann, Landes-Baurath in Kiel.
Kessler, Landes-Bauinspector (für Hochbau) in Kiel.

Beckmann, Landes-Bauinspector in Pinneberg.
v. Dorrien, desgl. in Plön.
Matthiefsen, desgl. in Itzehoe.
Plamböck, desgl. in Heide.
Jessen, desgl. in Flensburg
Fischer, desgl. in Hadersleben.
Lüdemann, Landes-Baumeister in Wandsbek.
Hansen, desgl. in Kiel.
Brahn, desgl. in Itzehoe.
Andresen, desgl. in Itzehoe.
Sahren, desgl. in Meldorf.
Treede, desgl. in Heide.
Pohlsen, desgl. in Husum.
Groth, desgl. in Rendsburg.
Meyer, desgl. in Flensburg
Gripp, desgl. in Hadersleben.

Provinz Hannover.

Franck, Geheimer Baurath, Landes-Baurath in Hannover.
Nessenius, Landes-Baurath in Hannover.
Sprengell, desgl. in Hannover.
Dr. Wolff, desgl. in Hannover.

Gravenhorst, Baurath, Landes-Bauinspector in Stade.
Rhode, desgl. desgl. in Lingen.
v. Bodecker, desgl. desgl. in Osnabrück.
Brüning, desgl. desgl. in Göttingen.
Boysen, desgl. desgl. in Hildesheim.
Uhthoff, desgl. desgl. in Aurich.
Bokelberg, Landes-Bauinspector in Hannover.
Funk, desgl. in Lüneburg.
Swart, desgl. in Nienburg
Gloystein, desgl. in Celle.
Ulex, desgl. in Geestemünde.
Grochler, desgl. in Hannover.
Voigt, desgl. in Verden.
Strebe, desgl. in Clausthal.
Pagenstecher, desgl. in Uelzen.
Schaelo, Landes-Baumeister in Hameln
Müller, Regierungs-Baumeister in Hannover.
Uandel, desgl. in Hannover.

Provinz Westfalen.

Lengeling, Geheimer Baurath, Landes-Baurath in Münster.
Zimmermann, Landes-Baurath in Münster.
Ludorff, Baurath, Provincial-Bauinspector (für die Inventarisation der Kunst- und Geschichts-Denkmäler der Provinz Westfalen, staatlicher Provincial-Conservator) in Münster.
Heidtmann, Provincial-Bauinsp. in Münster.

Hellweg, Baurath, Landes-Bauinspector in Münster.
Waldeck, desgl. desgl. in Bielefeld.
Kranold, desgl. desgl. in Siegen.
Schmidts, desgl. desgl. in Hagen.
Pieper, Landes-Bauinspector in Meschede.
Vaal, desgl. in Soest.
Schlauthar, desgl. in Paderborn.
Tiedtke, desgl. in Dortmund.
Laar, desgl. in Bochum.
Honthumb, Baurath, Landes-Bauinspect. a. D., bei der Westfälischen Provincial-Feuersocietät in Münster.

Provinz Hessen-Nassau.

a) Bezirks-Verband des Regier.-Bezirks Cassel.

Stiehl, Landes-Baurath, Vorstand der Abtheilung IV in Cassel.
Hasselbach, Baurath, Landes-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter in Cassel.
Röse, Landes-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter in Cassel.

Müller, Baurath, Landes-Bauinspector in Rinteln.
Wolff, desgl. desgl. in Fulda.
Bösser, desgl. desgl. in Cassel.
Harrmann, desgl. desgl. in Frankenberg.
Lindanberg, desgl. desgl. in Eschwege.
Xylander, desgl. desgl. in Hersfeld.
Graymsna, desgl. desgl. in Rotenburg a. F.
Wohlfarth, desgl. desgl. in Hanau.
Lambrecht, desgl. desgl. in Hofgeismar.
Küster, Landes-Bauinspector in Fritzlar.
Winkler, desgl. in Gelnhausen.
Schmohl, desgl. in Ziegenhain.

b) Bezirks-Verband des Reg.-Bez. Wiesbaden.

Voigea, Geheimer Baurath, Landes-Baurath in Wiesbaden.
Sauer, Landes-Bauinspector, Hülfsarbeiter bei der Landes-Direction in Wiesbaden.

Leon, Landes-Bauinspector in Wiesbaden.
Warnecke, desgl. in Frankfurt a. M.
Ameka, desgl. in Diez a. d. L.
Eschenbrenner, desgl. in Oberlahnstein.
Scharer, desgl. in Idstein.
Henning, desgl. in Montabaur.
Rehde, desgl. in Dillenburg.
Ritter, desgl. in Hachenburg.
Wagner, Baurath, Landes-Bauinspector, Brandversicher.-Inspector in Wiesbaden.

Rheinprovinz.

Schaum, Baurath, Landes-Ober-Bauinspector in Düsseldorf.
Ostrop, desgl. desgl. (für Hochbau) in Düsseldorf.
Esser, desgl. desgl. in Düsseldorf.
Dau, Baurath, Landes-Bauinspector in Trier.
Bockering, desgl. desgl. in Düsseldorf.
Rubarth, desgl. desgl. in Aachen.
Marcks, desgl. desgl. in Krefeld.
Hasse, desgl. desgl. in Siegburg.
Berggrava, desgl. desgl. in Kreuznach.
Becker, desgl. desgl. in Coblenz.
Schmitz, desgl. desgl. in Köln.
Wayland, Landes-Bauinspector in Bonn.
Mussat, desgl. in Elberfeld.
Berrens, desgl. in M.-Gladbach.
Hagemann, desgl. in Euskirchen.
Hübers, desgl. in Gummersbach.
Kerkhoff, desgl. in Düren.
Inhoffen, desgl. in Neuwied.
Schweitzer, desgl. in Wesel.
Amarlan, desgl. in Cues-Bernkastel.
Oehme, desgl. in Prüm.
Quaatall, desgl. in Saarbrücken.

Thomann, Landes-Bauinspector an der Centralstelle in Düsseldorf.
Magunna, Landes-Baumeister (für Hochbau) in Düsseldorf.

Hohenzollernsche Lande.

Laibbrand, Landes-Baurath in Sigmaringen.

III. Bei besonderen Bauausführungen usw.

Schulze (Fr.), Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath, mit der Leitung des Neubaues eines Geschäftsgebäudes für beide Häuser des Landtages betraut, in Berlin.
Diestel, Regierungs- und Baurath, Leitung der Neubauten für die Charité in Berlin.
Mathies, Regierungs- und Baurath, mit der technischen Verwaltung des Hafens in Dortmund betraut.
Jasmund, Regierungs- und Baurath, bei den Wassermessungen im Rhein und Verbesserung des Fahrwassers, in Coblenz.
Haegar, Baurath, Bauinspector, bei der Reichstagsbauverwaltung, in Berlin.
Kres, Wasser-Bauinsp., bei dem Ausschusse zur Untersuchung der Wasserverhältnisse in den der Ueberschwemmung besonders ausgesetzten Flufsgebieten, in Berlin.
Bindemann, Wasser-Bauinspector, desgl. desgl.
Mehlhorn, Wasser-Bauinsp., bei den Abrechnungsarbeiten für den Bau des Dortmund-Ems-Canals, in Meppen.
Coises, Wasser-Bauinspector, bei Elbstromregulirungsbauten, in Magdeburg.
Nizze, Wasser-Bauinspector, bei den Deichverstärkungsarbeiten auf Föhr, in Wyk auf Föhr.
Taut, Wasser-Bauinspector, Hülfsarbeiter bei dem Meliorations-Bauamt II in Münster i/W.
Caspary, Baurath, Wasser-Bauinsp., Hülfsarbeiter bei dem Meliorations-Bauamt in Cassel.
Dr. Steinbrecht, Baurath, Land-Bauinspector, leitet den Wiederherstellungsbau des Hochschlosses in Marienburg W/Pr.
Koch (Paul), Wasser-Bauinspector, bei den Bauten usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspection Meppen.
Hasak, Baurath, Land-Bauinspector, techn. u. geschäftl. Leitung der Neubauten auf der Museums-Insel in Berlin.
Kleinan, Baurath, Land-Bauinspector, bei den Dombauten in Berlin.
Kreida, Wasser-Bauinspector, Beobachtung und Untersuchung der Hochwasserverhältnisse der Elbe, in Magdeburg.
Koerner, Baurath, Land-Bauinspector, Leitung der Neubauten für den Botanischen Garten auf der Domäne Dahlem bei Berlin.
Mönnich, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Geschäftsgebäudes für die Civilabtheilungen des Landger. I und des Amtsgerichts I in Berlin.
Schmalz, Land-Bauinspector, desgl. desgl.
Vohl, Land-Bauinspector, leitet den Neubau für das Geheime Civil-Cabinet und den Erweiterungsbau des Justiz-Ministeriums in Berlin.
Vatiché, Baurath, Wasser-Bauinspector, Erledigung der ingenieurbautechnischen Geschäfte im Hochbaukreise Torgau, in Torgau.
Schnack, Wasser-Bauinspector, mit Wahrnehmung der wasserbautechnischen Geschäfte von Kreis-Baubeamten im Reg.-Bez. Liegnitz betraut, in Hirschberg i/Schl.
Foerster, Land-Bauinspect., leitet d. Neubau einer Strafanstalt in Tegel b. Berlin.
Körber, Land-Bauinspector, beim Neubau der Geschäftsgebäude für beide Häuser des Landtages, in Berlin.
Guth, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des ersten chemischen Instituts der Universität in Berlin.
Knocke, Land-Bauinspector, bei den Neubauten für die Charité in Berlin.
Adams, Bauinspector, leitet den Neubau der akademischen Hochschulen für die bildenden Künste und für Musik in Berlin.
v. Saltzwedell, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Regierungsgebäudes in Frankfurt a. O.
Hesse (Walter), Land-Bauinspector, leitet den Neubau der thierärztlichen Hochschule in Hannover.
Fulles, Land-Bauinspector, leitet die Neubauten f. das Gefängnifs in Wittlich.
Büttner, Land-Bauinspector, leitet die Bauausführungen am Dome in Erfurt.
Horstmann, Land-Bauinspector, leitet den Um- und Erweiterungsbau des Gefängnisses in Köln.
Seegar, Wasser-Bauinspector, bei der Leitung der Arbeiten zur Erweiterung des Ems-Jade-Canals, in Emden.
Varnescus, Wasser-Bauinspector, bei den Unterhaltungsbauten im Bezirk der Wasser-Bauinspection in Tapiau.
Unger (Karl), Wasser-Bauinspector, bei den Rheinstrom-Regulirungsbauten, in Bingerbrück.
Weyer, Wasser-Bauinspector, bei den Havelregulirungsbauten, in Rathenow.

Scheck, Baurath, Wasser-Bauinspector, Ausarbeitung eines Entwurfes für die Verbesserung der Vorfluth an der unteren Oder, in Stettin.
Dahms, Land-Bauinspector, Baurath, Bearbeitung von Unterlagen für die Ablösung wegebaufiscalischer Verpflichtungen, in Posen.
Grävell, Wasser-Bauinspector, desgl. desgl.
Knispel, desgl. desgl. desgl.
Ernst, desgl. desgl., in Königsberg i. Pr.
Abraham, Wasser-Bauinspector, bei der Vertiefung des Kohlbrands und der Süderelbe, in Harburg.
Lühning, Wasser-Bauinspector, bei den Untersuchungen über die Wassermengen der Elbe im Bezirk der Wasserbauinspection Harburg.
Stelkens, Wasser-Bauinspector, bei den Hafenbauten in Ruhrort.
Scherpenbach, desgl. desgl.

Hefermehl, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Thorn.
Rofskothen, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Einlage.
Berghaus, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Kurzebrack.
Tode, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Thorn.
Thielecke, Wasser-Bauinspector, bei den Elbstrombauten, in Wittenberge.
Dieckmann, Wasser-Bauinspector, Neubau der fiscalischen Flofs- und Fluthschleuse an der Brahe bei Mühlhof W. Pr.
Pfannschmidt, Wasser-Bauinspector, Mitwirkung bei der Ausarbeitung von Regulirungsentwürfen für die Hochwasserflüsse in den Provinzen Schlesien und Brandenburg, in Oppeln.

Visarius, Wasser-Bauinspector, desgl., in Düsseldorf.
Schulz (Bruno), Wasser-Bauinspector, bei den Bauten der Wasser-Bauinspection, in Breslau.
Fragstein v. Niemsdorff, Baurath, Wasser-Bauinspector, Bauausführungen usw. im Bezirk der Wasser-Bauinspection in Norden.
Thiele, Baurath, Wasser-Bauinspector, bei der Ausarbeitung der Entwürfe (Stauweiher) zur Erhöhung des Wasserstandes der Oder, in Breslau.

Aus dem Staatsdienst beurlaubt sind:

Ehrhardt, Land-Bauinspector, in Bremen
Lutsch, Land-Bauinspector, in Breslau.
Frentzen, Wasser-Bauinspector, in Aachen.

IV. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

A. Im Ressort des Reichsamts des Innern.

Saal, Geheimer Baurath und vortragender Rath im Min. d. öff. Arb., nebenamtlich beschäftigt.
Huckels, Kaiserl. Regierungsrath.
Haeger, Baurath, Reichstagsbau (s. a. III).
Schnake, Geheimer Regierungsrath, Vorstand des Schiffsvermessungsamtes in Berlin.

Kaiserliches Canalamt in Kiel.

Scholer, Regierungsrath, Mitglied, in Kiel.
Kayser, Ingenieur, Vorsteher der Plankammer und des technischen Bureaus, in Kiel.
Gilbert, Canalbauinspector in Brunsbüttel.
Lütjohann, desgl. in Holtenau.
Blenkinsop, Maschinenbauinspector in Rendsburg

B. Bei dem Reichs-Eisenbahn-Amt.

Streckert, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath in Berlin.
v. Misani, Geheimer Ober-Baurath in Berlin.
Semler, Geheimer Oberbaurath in Berlin.
Petri, Geheimer Baurath in Berlin.

C. Bei dem Reichsamte für die Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Kriesche, Geheimer Ober-Baurath in Berlin.
Sarre, Geheimer Baurath in Berlin.

Bei den Reichseisenbahnen in Elsafs-Lothringen und der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahn.

a) bei der Betriebs-Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Haring, Ober- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent, Vertreter des Präsidenten.
Franken, Ober-Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
Volkmar, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der General-Direction.
Dietrich, Regierungsrath, desgl.
Rhode, desgl. desgl.
v. Bose, desgl. desgl.
Roth, desgl. desgl.
Lohse, desgl. desgl.
Rohr, Telegraphen-Ober-Inspector, Baurath, Hülfsarbeiter in der General-Direction.
(Sämtlich in Strafsburg.)
Kocker, Eisenb.-Betriebs-Director in Metz.
Coermann, desgl. in Mülhausen.
de Bary, desgl. in Colmar.
Schröder, desgl. in Strafsburg.
Knoltse, desgl. in Saargemünd.

Hüster, Eisenbahn-Betriebs-Director, Vorsteher des maschinentechnischen Bureaus in Strafsburg.
Benneger, Eisenb.-Betriebsdirector, Vorsteher d. Materialienbureaus in Strafsburg.
Kuntsen, Eisenbahn-Betriebsdirector, Vorsteher des betriebstechn. Bureaus in Strafsburg.
Fleck, Eisenb.-Betriebsdirector, Vorsteher des bautechn. Bureaus in Strafsburg.
Weltin, Eisenbahn-Betriebs-Director in Strafsburg.
Reh, Baurath, Vorstand der Eisenbahn-Maschineninspection in Sablon.
Schultz, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector, Vorstand der Betriebsinspection III der Betriebsdirection Colmar, in Strafsburg.
Wachenfeld, Baurath, Vorstand der Betriebsinspection II, in Mülhausen.
Möllmann, Baurath, Vorstand der Eisenb.-Werkstätteninspection in Bischheim.
Lachner, Baurath, Vorstand der Betriebsinspection II, in Saargemünd.

Strauch, Baurath, Vorstand der Betriebsinspection I, in Mülhausen.
Wolff, Baurath, Vorstand der Eisenbahn-Werkstätteninspection in Montigny.
Plafs, desgl. desgl. in Mülhausen.
Bossert, Baurath, Vorstand der Betriebsinspection I in Colmar.
Dr. Laubenheimer, Baurath, Vorstand der Betriebsinspection II in Metz.
Schad, Baurath, Vorstand der Eisenb.-Maschinen-Inspection in Strafsburg.
Jakoby, desgl. desgl. in Saargemünd.
Beyerlein, desgl., Stellvertreter des Vorstandes des maschinentechnischen Bureaus in Strafsburg.
Blunk, Baurath, Vorstand der Maschinen-Inspection in Mülhausen.
Bozenhardt, Baurath, Vorstand der Betriebsinspection I der Betriebsdirect. Strafsburg II, in Strafsburg.
Keller, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorstand der Betriebsinspection I, in Metz.

Mayr, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector, Vorstand der Betriebsinspection II der Betriebsdirect. Straſsburg II, in Hagenau.
Görtz, Eisenbahn-Maschineninspector in Saargemünd.
Kuntz, Eisenbahn-Maschineninspector in Montigny.
Hannig, Eisenbahn-Maschineninspector in Bischheim.
Richter, desgl. in Straſsburg.
Lübken, desgl. in Straſsburg.
Hartmann, desgl. in Straſsburg.
Wagner (Max), Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector, Vorstand der Betriebsinspection III des Betriebs-Directionsbez. Straſsburg II, in Hagenau.
Kriesche, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Vorstand der Betriebsinspection I der Betriebsdirection Straſsburg I, in Straſsburg.
Stoeckicht, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, Stellvertr. des Vorstandes des bautechn. Bureaus in Straſsburg.
Drum, desgl., Vorstand der Betriebsinspection II in Colmar.
Autony, desgl., Vorstand der Betriebsinspection I, in Saargemünd.
Jaretzki, Eisenb.-Maschinen-Inspector in Straſsburg.
Müller, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspect., Vertreter d. Vorstandes des betriebstechn. Bureaus in Straſsburg.
Gaitzsch, desgl., Vorstand der Betriebsinspection II der Betriebsdirection Straſsburg I, in Saarburg.
Goebel, desgl., Vorstand der Betriebsinspection III der Betriebsdirection Metz, in Diedenhofen.
Zirkler, desgl., Vorstand d. Betriebsinspection III in Saargemünd.
Dircksen, desgl. in Straſsburg.
Reisenegger, Maschineninspector in Mülhausen.
Schenlfele, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Weiſsenburg.
Wagner (Albert), desgl. in Fentsch.

b) bei der der Kaiserl. General-Direction der Eisenbahnen in Elsaſs-Lothringen unterstellten Wilhelm-Luxemburg-Bahn.

Kaeser, Eisenbahn-Betriebsdirector.
Schnitzlein, Baurath, Vorstand der Eisenb.-Maschineninspection.
Lawaczeck, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinsp., Vorstand der Betriebsinspection I.
Baltin, Eisenbahn-Maschineninspector.
Caspar, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector, Vorstand der Betriebsinspection II.
Bammes, desgl., Vorstand der Betriebsinspection III. (Sämtlich in Luxemburg.)

D. Bei der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung.

Hake, Geheimer Ober-Postrath in Berlin.
Zopff, Post-Baurath in Dresden.
Tuckermann, desgl. in Berlin.
Schmedding, desgl. in Leipzig.
Perdisch, desgl. in Frankfurt a/M.
Kux, desgl. in Breslau.
Stüler, desgl. in Posen.
Techow, desgl. in Berlin.
Hintze, desgl. in Stettin.
Schneller, desgl. in Hannover.
Bettcher, Post-Baurath in Straſsburg (Els.).
Schuppan, desgl. in Hamburg.
Winckler, desgl. in Magdeburg.
Prinzhausen, desgl. in Königsberg (Pr.).
Saegert, desgl. in Karlsruhe.
Kluuwell, desgl. in Erfurt.
Struve, desgl. in Schwerin.
Waltz, desgl. in Potsdam.
Tonndorf, desgl. in Coblenz.
Zimmermann, Post-Bauinspector in Berlin.
Wohlbrück, Post-Bauinspector in Köln (Rhein).
Bing, desgl. in Dortmund.
Oertel, desgl. in Düsseldorf.
Wolff, desgl. in Bromberg.
Buddeberg, desgl. in Straſsburg (Els.).
Voges, desgl. in Berlin.
Ahrens, desgl. in Berlin.
Robrade, desgl. in Halberstadt.
Eiselen, desgl. in Berlin.

Wendt, Geheimer Regierungsrath, Director der Reichsdruckerei in Berlin.

E. Bei dem preuſsischen Kriegsministerium in Berlin und im Ressort desselben.

a) Ministerial-Bauabtheilung.

Appelius, Geheimer Ober-Baurath, Abtheilungs-Chef.
Schönhals, Geheimer Ober-Baurath.
Wodrig, Geheimer Baurath.
Verworn, Geheimer Baurath.
v. Rosainski, Geheimer Baurath (charakt.).
Stegmüller, Intendantur- und Baurath.
Mucke, Garnison-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter.
Kolb, desgl. desgl.
Zeyſs, desgl. desgl.
Bender, desgl. desgl.
Leuchten, desgl. desgl.

b) Intendantur- und Bauräthe und Garnison-Baubeamte.

1. Bei dem Garde-Corps.

Meyer, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- und Baurath in Berlin.
Ruhle v. Lilienstern, desgl. desgl. in Berlin.
Böhmer, Baurath, in Berlin.
Wutsdorff, desgl. in Berlin.
Klingelhöffer, desgl. in Potsdam.
Feuerstein, Garnis.-Bauinspector in Berlin.
Schultze, desgl. in Berlin.
Wellroff, desgl. in Potsdam.
Goſsner, desgl., techn. Hülfsarb. bei der Intendantur des G.-C. in Berlin.
Albert, desgl. desgl.

2. Bei dem I. Armee-Corps.

Bähcker, Intendantur- u. Baurath in Königsberg i/Pr.
Allihn, Baurath, mit Wahrnehmung der Geschäfte eines Intend.- u. Bauraths in Königsberg i/Pr. beauftragt.
v. Zychlinski, Baurath in Gumbinnen.
Schirmacher, Garnison-Bauinspector in Rastenburg.
Stuckhardt, desgl. in Königsberg i/Pr.
Fromm, desgl. in Königsberg i/Pr.
Jankowfsky, Garnis.-Bauinspect. in Lyck.
Berninger, desgl. in Allenstein.
Pfaff, desgl., techn. Hülfsarb. bei der Intendantur des I. A.-C. in Königsberg i. Pr.
Fischer, Garnison-Bauinspector, mit Wahrnehmung der Geschäfte des Garnison-Baubeamten beauftragt in Insterburg.

3. Bei dem II. Armee-Corps.

Dublanski, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- und Baurath in Stettin.
Gummel, Baurath, in Stralsund.
Neumann, desgl. in Kolberg.
Hellwich, desgl. in Stettin.
Güthe, Garnison-Bauinspector in Stettin.
Krieg, desgl. in Bromberg.
Kaiser, desgl., techn. Hülfsarbeiter b. d. Intendantur d. II. A.-C. in Stettin.

4. Bei dem III. Armee-Corps.

Roſsteuscher, Intendantur- u. Baurath in Berlin.
Koehne, Baurath in Frankfurt a/O.
Klatten, desgl. in Berlin.
Hildebrandt, desgl. in Spandau.
Hauſsknecht, Garnis.-Bauinspect. in Jüterbog.
Kraus, Garnison-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter bei der Intendantur des III. A.-C. in Berlin.

5. Bei dem IV. Armee-Corps.

Ahrendts, Intendantur- und Baurath in Magdeburg.
Schneider, desgl. in Magdeburg.
Schneider, Baurath in Halle a/S.
Groll, desgl. in Magdeburg.
Schwenck, desgl. in Magdeburg.
Zappe, Garnison-Bauinspector in Magdeburg.
Polack, desgl. in Naumburg a/S.
Trautmann, desgl. in Torgau.
Schöpperle, Garnison-Bauinspector, techn. Hülfsarbeiter bei der Intendantur des IV. A.-C. in Magdeburg.

6. Bei dem V. Armee-Corps.

Koch, Intendantur- u. Baurath in Posen.
Lehmann, Baurath in Liegnitz.
Bleckle, Baurath in Posen.
Stahr, Garnison-Bauinspector in Glogau.

Hallbauer, Garnison-Bauinspector in Posen.
Teichmann, Garnison-Bauinspector, techn. Hülfsarbeiter bei der Intendantur des V. A.-C. in Posen.

7. Bei dem VI. Armee-Corps.

Steinburg, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- und Baurath in Breslau.
Kienitz, Baurath in Gleiwitz.
Veltman, desgl. in Breslau.
Kahrstadt, desgl. in Neifse.
Lichner, Garnison-Bauinspector in Breslau.

8. Bei dem VII. Armee-Corps.

Guhe, Intendantur- u. Baurath in Münster.
Schmuddiag, desgl. in Münster.
Rokohl, Baurath in Münster.
Stubel, Garnis.-Bauinspector in Düsseldorf.
Doege, desgl. in Minden.
Krebs, desgl. in Wesel.
Kraft, desgl., techn. Hülfsarbeiter bei der Intendantur des VII. A.-C. in Münster.

9. Bei dem VIII. Armee-Corps.

Schmidt, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- u. Baurath in Coblenz.
Beyer, Intendantur- u. Baurath in Coblenz.
Lehoow, Garnison-Bauinspector in Coblenz.
Rehlfing, desgl. in Köln.
Hahn, desgl. in Köln.
Koirck, desgl. in Bonn.
Meyer, desgl. in Trier.
Maillard, desgl. in Coblenz.
Roufsler, desgl. in Siegburg.

10. Bei dem IX. Armee-Corps.

Gerstner, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- u. Baurath in Altona.
Arendt, Baurath in Rendsburg.
Gohul, desgl. in Altona.
Sonneuburg, Garnis.-Bauinsp. in Schwerin.
Hugemann, Garnison-Bauinspector, mit Wahrnehmung der Geschäfte des Garnison-Baubeamten des einstweilig eingerichteten Baukreises beauftragt, in Plön.

Schrader, Garnis.-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter bei der Intendantur des IX. A.-C. in Altona.

11. Bei dem X. Armee-Corps.

Jangeblodt, Intendantur- und Baurath in Hannover.
Lias, Baurath in Hannover.
Bode, desgl. in Braunschweig.
Andersen, desgl. in Hannover.
Koppers, desgl. in Oldenburg.
Knoch (Otto), Garnison-Bauinspector, technischer Hülfsarbeiter bei der Intendantur des X. A.-C. in Hannover.

12. Bei dem XI. Armee-Corps.

Brook, Intend.- u. Baurath in Cassel.
Ullrich, Baurath in Erfurt.
Knothe, Garnison-Bauinspector in Erfurt.
Sonnderop, desgl. in Cassel.
Koppen, desgl., techn. Hülfsarb. bei der Intend. des XI. A.-C. in Cassel.

13. Bei dem XIV. Armee-Corps.

Brahn, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- u. Baurath in Karlsruhe.
Atzert, Baurath in Mülhausen i/E.
Jaonasch, desgl. in Karlsruhe.
Wellmann, desgl. in Karlsruhe.
Maurmann, Garnison-Bauinspector, techn. Hülfsarbeiter bei der Intendantur des XIV. A.-C. in Karlsruhe.
Weinlig, Garnis.-Bauinsp. in Freiburg i/B.
Huhn, desgl. in Mannheim.

14. Bei dem XV. Armee-Corps.

Bandke, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- u. Baurath in Strafsburg i/E.
Saigge, Intendantur- u. Baurath in Strafsburg i/E.
Kahl, Baurath in Strafsburg i/E.
Mebert, Garn.-Bauinsp. in Strafsburg i/E.
Baschonhagen, desgl. in Strafsburg i/E.
Paepke, desgl. in Saarburg.
Kund, desgl. in Strafsburg i/E.
Lieber, desgl. in Strafsburg i/E.
Siburg, desgl. } techn. Hülfsarb. bei d.
Liebenau, desgl. } Intend. des XV. A.-C. in Strafsburg i/E.

15. Bei dem XVI. Armee-Corps.

Stolterfoth, Intendantur- u. Baurath in Metz.
Huckhoff, Baurath in Metz.
Schmid, desgl. in Metz.
Knitterscheid, desgl. in Metz.
Hersfeld, Garnis.-Bauinspector in Metz.
Wiesebaum, desgl. } techn. Hülfsarb. b. d.
Steinbach, desgl. } Intend. d. XVI. A.-C. in Metz.

16. Bei dem XVII. Armee-Corps.

Kalkhof, Intendant.- u. Baurath in Danzig.
Kuulaler, desgl. in Danzig.
Leeg, Baurath in Thorn.
v. Fisenne, desgl. in Danzig.
Ruthke, Garnison-Bauinspect. in Danzig.
Lattke, desgl. in Danzig.
Knoch (August), desgl. in Thorn.
Rahmlow, desgl. in Graudenz.
Scholse, desgl. in Graudenz.
Baehr, desgl. } technische Hülfs-
Berghaus, desgl. } arbeiter b. d. Intendantur des XVII. A.-C. in Danzig.

17. Bei dem XVIII. Armee-Corps.

Daiaberg, Geheimer Baurath (charakt.), Intendantur- und Baurath in Frankfurt a/Main.
Ruttig, Baurath in Mainz.
Reinmann, desgl. in Mainz.
Pieper, desgl. in Hanau.
Reimer, desgl. in Frankfurt a/Main.
Schild, Garnison-Bauinspect. in Darmstadt.
Wufels, desgl., techn. Hülfsarbeiter bei der Intendantur des XVIII A.-C. in Frankfurt a/Main.

18. Bei der Intendantur der militärischen Institute.

Zaar, Intendantur- u. Baurath in Berlin.
Hartung, desgl. in Berlin.
Afinger, Garnison-Bauinspect. in Spandau.
Weisenburg, desgl. in Berlin.
Sorge, desgl. in Spandau.
Richter, desgl. in Spandau.
Kuehler, desgl. in Berlin.
Perlia, desgl., techn. Hülfsarbeiter bei der Intendantur der militärischen Institute in Berlin.

F. Bei dem Reichs-Marine-Amt.

1. Im Reichs-Marine-Amt in Berlin.

Rechtern, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath.
Langner, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath.
Krafft, Wirklicher Admiralitätsrath und vortragender Rath.
Rudloff, Geheimer Marine-Baurath und Schiffbau-Director.
Brinkmann, desgl. desgl.
Nott, desgl. u. Maschinenbau-Director.
Krutschmer, Marine-Ober-Baurath und Schiffbau-Betriebsdirector.
Schwarz, desgl. desgl.
Strangmeyer, Marine-Ober-Baurath und Maschinenbau-Betriebsdirector.
Köbe v. Jaski, Marine-Baurath für Maschinenbau.

Fritz, Marine-Maschinenbaumeister.
Eichhorn, Marine-Schiffbaumeister.
Schirmer, desgl.
Wellenkamp, desgl.
Schalthes, Marine-Maschinenbaumeister.
Presse, Marine-Schiffbaumeister.
Müller (Richard), Marine-Maschinenbaumeister.
Zeidler, Intendantur- und Baurath.

2. Gouvernement Kiautschou.

Gromsch, Marine-Hafenbauinspector, Marine-Baurath (charakt.).

3. Marineakademie und Marineschule.

Klamroth, Marine-Maschinenbaumeister.
Richter, desgl.
Müller (August), Marine-Schiffbaumeister.
Wurfs, desgl.

4. Bei den Werften.

a) Werft in Kiel.

Schiffbau und Maschinenbau.

Hofsfeld, Geheimer Marine-Baurath und Schiffbau-Director.
Bertram, Geheimer Marine-Baurath und Maschinenbau-Director.
Lehmann, Marine-Ober-Baurath u. Maschinenbau-Betriebsdirector.
Kasch, Marine-Ober-Baurath u. Schiffbau-Betriebsdirector.
Hüllmann, desgl. desgl.
Hoffert, Marine-Maschinenbauinspector, Marine-Ober-Baurath (charakt.).
Thomsen, Marine-Maschinenbauinspector, Marine-Ober-Baurath (charakt.).
Eickenrodt, Marine-Baurath für Maschinenbau.

Flech, Marine-Schiffbauinspector.
Bonhage, Marine-Maschinenbaumeister.
Pleha, desgl.
Kouow, Marine-Schiffbaumeister.
Burkner, desgl.
Arendt, desgl.
Pilatus, desgl.
Neudeck, desgl.
Kuck, desgl.
Willem, Marine-Maschinenbaumeister.
Petersen, Marine-Schiffbaumeister.
Buschberg, desgl.
Grauert, Marine-Maschinenbaumeister.
v. Buchholtz, desgl.
Domke, desgl.
Berling, desgl.
Paulus, Marine-Schiffbaumeister.
Lösche, desgl.
Frankenberg, Marine-Maschinenbaumeister.
Mathling, desgl.
Vogeler, desgl.
Neumann, desgl.
Mertens, Marine-Schiffbaumeister.
Brotzki, desgl.
Kluge, desgl.
Ahchadt, Marine-Bauführer des Schiffbaufaches.
Dietrich, desgl. desgl.
Gerlach, desgl. des Maschinenbaufaches.
Göhring, desgl. desgl.
Hoenig, desgl. desgl.
Jensen, desgl. desgl.
Ilgen, desgl. desgl.
Kenter, desgl. desgl.
Mugler, desgl. desgl.
Schmidt, desgl. desgl.
Siebtau, desgl. des Schiffbaufaches.
Thile, desgl. desgl.
Winter, desgl. desgl.
Wopp, desgl. des Maschinenbaufaches.

Hafenbau.

Franzius, Marine-Ober-Baurath u. Hafenbau-Director, Geh. Admiralitätsrath.
Muller, Marine-Hafenbauinspector, Marine-Baurath (charakt.).

Stieber, Marine-Hafenbauinspector.
Mönch, Marine-Hafenbaumeister.

b) Werft in Wilhelmshaven.

Schiffbau und Maschinenbau.

Afsmann, Geheimer Marine-Baurath u. Maschinenbau-Director.
Jaeger, desgl. u. Schiffbau-Director.
Pelzsch, Marine-Ober-Baurath u. Maschinenbau-Betriebsdirector.
Krieger, Marine-Ober-Baurath u. Schiffbau-Betriebsdirector.
Thämer, desgl. u. Maschinenbau-Betriebsdirector.
Göcke, Marine-Schiffbauinspector.
Hölzermann, Marine-Schiffbaumeister.
Collin, Marine-Maschinenbaumeister.
Bock, Marine-Schiffbaumeister.
Reimers, desgl.
Schmidt (Harry), desgl.
Huesfürst, desgl.
Reitz, Marine-Maschinenbaumeister.
Schenrich, Marine-Schiffbaumeister.
Jasse, Marine-Maschinenbaumeister.
Grabow, desgl.
Krell, Marine-Maschinenbaumeister.
Hertmann, Marine-Schiffbaumeister.
Friese, desgl.
Dix, desgl.
Mayer, Marine-Maschinenbaumeister.
Breymann, desgl.
Cleppien, Marine-Schiffbaumeister.
Strache, Marine-Maschinenbaumeister.
Domke, Marine-Bauführer des Maschinenbaufaches.
Engel, Marine-Bauführer des Maschinenbaufaches.
Freyer, desgl. desgl.
Fahst, desgl. desgl.
Klagemann, desgl. desgl.
Meyer, desgl. des Schiffbaufaches.
Peters, desgl. des Maschinenbaufaches.
Pophanken, desgl. desgl.
Raabe, desgl. desgl.
Stach, desgl. desgl.
Wahl, desgl. des Schiffbaufaches.

Hafenbau.

Brennecke, Marine-Ober-Baurath und Hafenbau-Director.
Schoeer, Marine-Hafenbauinspector, Marine-Baurath (charakt.).
Rodant, Marine-Hafenbauinspector.
Moller, Marine-Hafenbaumeister.
Rollmann, desgl.
Klie, desgl.
Königsbeck, desgl.

c) Werft in Danzig.

Schiffbau und Maschinenbau.

Wiesinger, Geheimer Marine-Baurath und Schiffbau-Director.
Uthemann, Marine-Ober-Baurath und Maschinenbau-Betriebsdirector.
Mecklenburg, Marine-Maschinenbauinspect., Marine-Ober-Baurath (charakt.).
Plate, Marine-Baurath für Maschinenbau.
Bockhacker, Marine-Schiffbaumeister.
Brommundt, Marine-Maschinenbaumeister.
Bockholt, Marine-Schiffbaumeister.
Entenneck, Marine-Maschinenbaumeister.
Sutzenguth, Marine-Schiffbaumeister.
Malisius, desgl.

Hafenbau.

Bieske, Marine-Ober-Baurath und Hafenbau-Director.

5. Bei der Inspection des Torpedowesens in Kiel.

Veith, Geheimer Marine-Baurath u. Maschinenbau-Director.
Schmidt (Eugen), Marine-Schiffbaumeister.
Bergemann, desgl.
Schulz, Marine-Maschinenbaumeister.

6. Bei der Marine-Intendantur in Kiel.

Bugge, Geheimer Baurath in Kiel.
Weispfenning, Marine-Maschinenbauinsp., Marine-Ober-Baurath (charakt.).

7. Bei der Marine-Intendantur in Wilhelmshaven.

Wüerst, Intendantur- und Baurath.
Zimmermann, Regierungs-Baumeister.
Niemann, desgl.

Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie des Bauwesens in Berlin.

Präsident: Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath Kinel.

A. Abtheilung für den Hochbau.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Ende, Geheimer Regierungsrath u. Professor, Stellvertreter des Präsidenten.
2. Adler, Wirkl. Geh. Ober-Baurath, vortragender Rath und Professor, Abtheilungs-Dirigent.
3. Blankenstein, Geh. Baurath, Stadt-Baurath a. D.
4. Emmerich, Regierungs- und Baurath, Geheimer Baurath.
5. v. Grofsheim, Baurath.
6. Heyden, desgl.
7. Hinckeldeyn, Ober-Baudirector.
8. Jacobsthal, Geheimer Regierungsrath, Professor.
9. Keyser, Baurath.
10. Kuhn, Professor und Geheimer Baurath.
11. Otzen, Geh. Regierungsrath u. Professor.
12. Persius, Geh. Ober-Regierungsrath und vortragender Rath.
13. Raschdorff, Geheimer Regierungsrath, Professor.
14. Schmieden, Baurath.
15. Thur, Geheimer Ober-Baurath und vortragender Rath.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. Appelius, Geh. Ober-Baurath in Berlin.
2. Dr. Durm, Ober-Baudirector und Professor in Karlsruhe i/Baden.
3. Eggert, Geheimer Ober-Baurath und vortragender Rath in Berlin.
4. Giese, Baurath, Geheimer Hofrath, Professor in Dresden.

5. Hake, Geh. Ober-Postrath in Berlin.
6. Hase, Geheimer Regierungsrath u. Professor a. D. in Hannover.
7. v. d. Hude, Baurath, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten in Berlin.
8. Ihne, Hof-Architekt, Geheimer Hofbaurath in Berlin.
9. Dr. Jordan, Geheimer Ober-Regierungsrath a. D. in Steglitz.
10. March, Baurath in Berlin.
11. Reimann, Geheimer Ober-Baurath und vortragender Rath in Berlin.
12. v. Siebert, Ober-Baudirector in München.
13. Dr. Schöne, Excellenz, Wirklicher Geh. Rath in Berlin.
14. Schaper (F.), Bildhauer und Professor in Berlin.
15. Schwechten, Baurath in Berlin.
16. Spitta, Geheimer Baurath und vortragender Rath in Berlin.
17. v. Tiedemann, Regierungs- und Baurath, Geheimer Regierungsrath in Potsdam.
18. Tornow, Regierungs- u. Baurath in Metz.
19. Voigtel, Regierungs- und Baurath, Geh. Regierungsrath in Köln.
20. Dr. Wallot, Geheimer Baurath, Geheimer Hofrath, Professor in Dresden.
21. v. Werner, Director und Prof. in Berlin.
22. Wolff (F.), Baurath u. Professor in Berlin.

B. Abtheilung für das Ingenieur- und Maschinenwesen.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Kinel, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath, Präsident.
2. Wiebe, Excellenz, Wirklicher Geheimer Rath, Abtheilungs-Dirigent.
3. Dresel, Geheimer Ober-Baurath und vortragender Rath.
4. Keller, desgl.
5. Koslowski, Geheimer Ober-Baurath a. D.
6. Kummer, Ober-Baudirector, Professor.
7. Lange, Geheimer Ober-Baurath und vortragender Rath.
8. Müller-Breslau, Geh. Regierungsrath, Professor.
9. Pintsch (Richard), Geh. Commercienrath und Fabrikbesitzer.
10. Schroeder, Ministerial- und Ober-Bau-Director, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten.
11. Siegert, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath.
12. Streckert, desgl.
13. Stambke, Geheimer Ober-Baurath a. D.
14. Wex, Eisenb.-Directions-Präsident a. D., Wirkl. Geheimer Ober-Baurath.
15. Wichert, Geheimer Ober-Baurath und vortragender Rath.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. Behrens, Commercienrath in Berlin.
2. v. Brockmann, Ober-Baurath a. D. in Stuttgart.
3. Cramer, R., Ingenieur, Baurath in Berlin.
4. Dieckhoff, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath a. D. in Berlin.
5. v. Doemming, Geheimer Baurath und vortragender Rath in Berlin.
6. Ritter v. Ebermayer, Generaldirector der Königl. Bayerischen Staats-Eisenbahnen in München.
7. Franzius, Ober-Baudirector in Bremen.
8. Fülscher, Geheimer Ober-Baurath und vortragender Rath in Berlin.
9. Germelmann, Geheimer Baurath und vortragender Rath in Berlin.
10. Ritter v. Grove, Prof. in München.
11. Haack, Ingenieur, Baurath in Charlottenburg.
12. Dr. Hobrecht, Geheimer Baurath, Stadt-Baurath a. D. in Berlin.
13. Honsell, Ober-Baudirector u. Professor in Karlsruhe.
14. Intze, Geheimer Regierungsrath, Professor in Aachen.
15. Küll, Geh. Ober-Baurath a. D. in Berlin.
16. Kneisch, Geheimer Ober-Regierungsrath und vortragender Rath in Berlin.
17. Köpcke, Geheimer Rath in Dresden.
18. Launhardt, Geheimer Regierungsrath und Professor in Hannover.
19. v. Münstermann, Geheimer Baurath und vortragender Rath in Berlin.
20. Rechtern, Geheimer Admiralitätsrath in Berlin.
21. Dr. Scheffler, Ober-Baurath in Braunschweig.
22. Dr. Slaby, Geheimer Regierungsrath u. Professor in Charlottenburg.
23. Wöhler, Kaiserl. Geheimer Regierungsrath a. D. in Hannover.
24. Dr. Zeuner, Geheimer Rath u. Professor in Dresden.
25. Dr. Zimmermann, Geheimer Ober-Baurath und vortragender Rath in Berlin.

Halle (Saale), Buchdruckerei des Waisenhauses.

Statistische Nachweisungen

über die im Jahre 1896 vollendeten Hochbauten der preufsischen Staatseisenbahn-Verwaltung.

(Bearbeitet im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten.)

Die in den vorliegenden Nachweisungen mitgetheilten Hochbauausführungen sind ihrer Bestimmung gemäfs in nachstehender Weise geordnet:

I. Empfangsgebäude,
II. Güterschuppen,
III. Locomotivschuppen,
IV. Wasserthürme,
V. Maschinen- und Kesselhäuser,
VI. Gasanstalten,
VII. Werkstättengebäude,
VIII. Magazine,
IX. Dienstgebäude,
X. Dienstwohn- und Uebernachtungs-Gebäude.

Zur Bezeichnung der einzelnen Räume in den Grundrissen und Beischriften dienen nachstehende Abkürzungen:

ab = Abtritt,
abf = Abfertigung,
ac = Acten,
acc = Accumulatoren,
ad = Amtsdiener,
af = Aufzug,
afr = Aufenthaltsraum,
afs = Aufseher,
ag = Ausgabe v. Fahrkarten usw.,
al = Ablegeraum, Garderobe,
am = Anmeldezimmer,
ar = Anrichteraum, Buffet,
ass = Assistent,
ast = Arbeiterstube,
asw = Assistenten-Wohnung,
av = Archiv,
aw = Aufseher-Wohnung.
b = Bibliothek,
ba = Bad,
bh = Buchhalterei,
bi = Bau- u. Betriebsinspector,
bm = Bahnmeister,
bmw = Bahnmeister-Wohnung,
bmt = Bahnmeister-Materialien,
bo = Botenzimmer,
br = Brennmaterial,
bt = Betriebsabtheilung,
bw = Bahnwirth, Bahnwirth-Wohnung,
bz = Berathungszimmer,
ca = Casse, Cassirer,
cd = Cassendiener,
cdw = Cassendiener-Wohnung,
cl = Calculatur,
cm = Commissionszimmer,
ct = Controleur,
d = Dienstzimmer,
da = Damenzimmer,
dc = Decernent,
dg = Durchgang,
dh = Dreherei,
dr = Druckerei,
ds = Drucksachen,
dz = Directorzimmer,
eg = Eilgut,
ek = Eisenkammer,
ep = Expedition,
f = Flur,
fg = Feuerlöschgeräthe, Spritze,
g = Gesinde-, Mädchenstube usw.,
ga = Güterabfuhr,
gb = Güterboden,
ge = Geräthe,
gp = Gepäck,
gr = Giefserei,
gz = Geschäftszimmer,
h = Hof,
hb = Holzbearbeitungs-Werkst.,
hg = Heizgang,
hl = Halle,
hr = Heizraum,
hz = Heizer,
in = Inventarien,
iz = Instructionszimmer,
k = Küche,
ka = Kammer,
kd = Kanzleidiener,
kh = Kesselhaus,
kk = Kaffeeküche, -stube,
kl = Klempnerei,
kr = Krankenstube,
ks = Kupferschmiede,
lch = Lichthof,
lf = Locomotivführer,
lg = Lagerraum,
lk = Lampenkammer, -putzer,
lkr = Lackirerei,
lm = Lademeister,
lr = Laderampe,
ma = Maschinenraum,
mat = Materialien,
mg = Magazin,
mr = Meister, Werkmeister,
mt = Maschinist,
nz = Nebenzimmer,
ök = Oelkammer, -keller,
p = Pissoir,
pf = Pförtner, Hauswart,
pk = Packkammer (der Post),
plk = Plankammer,
po = Postdienstraum,
pu = Putzer,
pw = Pförtner- (Hauswart-) Wohnung,
r = Rollkammer,
rg = Registratur,
rgr = Rangirer, Rangirmeister,
rv = Revisionsraum,
rw = Räderwerkstatt,
s = Speisekammer,
sb = Stationsbureau,
sch = Schalter,
sf = Schaffner,
sk = Schrankkammer,
skl = Schulklasse,
sl = Saal,
slr = Schlosserei,
smd = Schmiede,
sr = Schreiber, Schreibstube,
ss = Speisesaal,
st = Stube,
stl = Sattlerei,
stm = Stellmacherei,
stz = Sitzungssaal, -zimmer.
sv = Stationsvorsteher,
svw = Stationsvorsteher-Wohn.,
t = Tunnel,
tg = Telegraph,
th = Treppenhaus,
tr = Trockenboden, -raum,
tsl = Tischlerei,
tw = Telegraphenwerkstatt,
ün = Uebernachtungsraum,
v = Vorhalle (Vestibül), Schalterhalle, Vorplatz, Vorzimmer,
vf = verfügbar,
vr = Vorräthe,
vs = Vorsteher (Bureau-Vorsteher),
w = Wohnung,
wa = Waschzimmer, Toilette,
wch = Wachtzimmer,
wf = Werkführer,
wg = Wagenmeister,
wk = Waschküche,
wm = Wäschemagazin,
wmz = Werkmeisterzimmer,
wrk = Werkstatt,
wt = Wartesaal (die beigefügten Zahlen geben die Wagenklasse an),
wz = Wärterzimmer,
ze = Zollexpedition,
zgb = Zollgüterboden,
zs = Zeichensaal, Zeichner,
zv = Zollverwaltung.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 15) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
	I. Empfangs-																
	A. Empfangsgebäude nur																
	a) Eingeschos-																
1	Erweiterung des Empfangsgebäudes auf Bahnhof **Creuzthal** (Anbau)	Elberfeld *(Siegen)*	95	96	entw. u. ausgef. von Philippi	E = v (sk), th, sh (2), ag.	111,2 *19,2* *92,1*	19,2 *19,2* —	— *8,84* *8,59*	2,4	4,39	1,6	—	942,4	—	17 700	16 253
2	Empfangsgebäude auf Haltestelle **Nimmersath**	Breslau *(Liegnitz 1)*	95	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. von Hoogen	1 = eg (Wellblech-Anbau).	127,2 *39,7* *41,7* *28,0* *17,9*	39,7 *39,7* — — —	— *6,6* *5,78* *4,75* *4,2*	2,3	3,1 (1 M 3,43)	(1,2)	—	710,8	—	11 850	12 813
3	Vorgebäude auf d. Pers.-Haltep. and. Herrenstrafse in **Glatz**	Breslau *(Glatz)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Komorek		136,3 *64,8* *12,3* *59,2*	12,3 — *12,3* —	— *7,95* *5,83* *4,45*	2,09	7,15 (3,5)	(0,5)	—	843,8	—	12 000	12 011
4	Wartesaalgebäude auf Bahnhof **Alt-Offenbach**	Frankfurt a. M. *(Frankfurt a. M. 1)*	96	96	entw. u. ausgef. von Schwarz	E = 2 wt (2., 3. u. 4. Klasse).	167,6	—	6,2	—	4,74	—	—	1038,5	—	11 600	9 128
5	Empfangsgebäude auf Bahnhof **Elberfeld-Varresbeck**	Elberfeld *(Düsseldorf 3)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Blunck		188,0 *45,9* *142,1*	45,9 *45,9* —	— *7,2* *5,98*	2,5	4,35	—	—	1180,2	—	11 000	12 619
6	Stationsgebäude auf Bahnhof **Schönholz**	Berlin *(Berlin 6)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Bathmann		201,5	—	6,35	—	4,1 (5,4)	(1,4)	—	1279,5	—	18 700	13 299
7	Empfangsgebäude auf Bahnhof **Biederitz**	Magdeburg *(Magdeburg 1)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Seyborth		206,2 *16,3* *154,7* *35,2*	16,3 *16,3* — —	— *6,57* *5,8* *4,95*	1,92	4,2	(0,45)	—	1178,6	—	16 000	15 057
8	Desgl. **Bublitz**	Danzig *(Neustettin)*	95	96	entw. bei d. E.-D. Bromberg, ausgef. von Stockfisch		210,6 *27,3* *183,3*	27,3 *27,3* —	— *6,62* *5,16*	2,5	3,8 (3,97)	—	—	1124,7	—	12 000	11 779
9	Erweiterung des Empfangsgebäudes auf Bahnhof **Eilenburg** (Anbau)	Halle a. S. *(Halle a. S.)*	95	96	entw. bei d. E.-D. Erfurt, ausgef. von Blumenthal	Im K: k, vr. — E: sieh die Abbildung; — im D: 3 ka.	421,1 *271,9* *152,2*	271,9 *271,9* —	— *10,67* *8,97*	3,37	7,0 (7,5 5,4)	(2,0)	—	4266,4	—	54 000	39 830
	b) Theilweise zwei-																
10	Empfangsgebäude auf Bahnhof **Bahrenfeld**	Altona *(Hamburg 2)*	96	96	entw. v. Kaufmann, ausgef. von Langbein	E: sieh die Abbildung, 1 = mat, 1 = sw (th, f, 4 st, ka, k, s).	488,1 *372* *88,1* *93,0* *273,8*	33,2 *33,2* — — —	— *9,75* *7,7* *5,45* *rund 3,5*	2,25	E = 4,0 (5,0) 1 = 3,91	(0,2)	—	2467,2	—	55 000	39 000
	c) Zweigeschos																
11	Desgl. auf Haltestelle **Schönau-Ernstroda**	Erfurt *(Gotha 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. d. Bauabth. Gotha	Im K: wk; E: sieh d. Abbild.; 1 = sw (th, 2 st, k, s); — im D: ka	63,4	63,4	12,8	2,8	E = 4,1 1 = 3,5	1,1	0,8	811,5	—	12 000	12 350

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung							
	im ganzen	für 1																
		qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
gebäude.																		
für Personenverkehr.																		
sige Bauten.																		
17 700 — (Umbau d. alt. Th.) — (innere Einrichtung)	12 700 3 100 393	111,1	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Bruchsteine, Innenwände Ziegel	Bruchst.-Rohbau, Hauptgesims, Thür- u. Fenstergewände Basaltlava	deutsch. Schiefer auf Schalung	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Tiefe Grundmauern, in Spalte 8 berücksichtigt. — In den Diensträumen des E. Eichenholzfufsboden.
10 000 — (Wellblech-Anbau) 500 (innere Einrichtung) 1 350 (Abtrittsgebäude) — (Brunnen)	9 285 425 848 1 479 776	73,0 172,3	13,1 33,6	— —	200 (Kachel- und eis. Oefen)	rund 100,0	—	—	—	—	—	Bruchsteine und Ziegel	Ziegel, Innenwände z. Th. Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau	Pappe	K. Beton-, sonst Balkendecken bezw. verschalte Sparren	„	Grundmauern wie vor. — Die offene Wartehalle ist nur mit der halben Grundfläche in Ansatz gebracht.
12 000	12 011	88,1	14,2	—	243 (eis. Regulir-Füll- u. Kachelöfen)	58,6	194	16,2	149	74,5	—	Sandbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau, z. Th. mit geputzten Flächen, Gesimse Sandstein	Flachziegelkronendach	K. gew., sonst Balkendecken	—	In der Halle ansteigende sichtbare Holzdecke mit verzierten Constructionstheilen. — Fufsboden gerippte Thonfliesen.
11 600 — (innere Einrichtung)	8 018 1 110	47,9	7,7	—	250 (wie vor)	34,7	53,3	4,4	—	—	—	Bruchsteine	Ziegelfachwerk	gefugtes Ziegelfachwerk	Pappe	Balkendecken	—	Fufsboden Buchenriemen.
11 000	12 619	67,1	10,2	—	(alte Oefen)		580	36,3	—	—	—	Bruchsteine und Ziegel	„	Schieferbekleidung	„	K. gew., sonst Balkendecken	—	Gründung auf Sandschüttung. — Fufsboden Buchenholz.
17 300 1 400 (Abtrittsgebäude)	11 072 2 227	54,9 80,0	8,7 14,5	— 371,2 (f. 1 Sitz)	130 (eis. Regulir-Füllöfen)	46,1	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	deutsch. Schiefer a. Schal. u. Pappeunterl.	Balkendecken	Holz	In der Vorhalle sichtbare Holzdecke.
16 000 — (Bauleitung)	13 923 1 134	67,5	11,8	—	361 (eiserne Oefen)	75,4	—	—	—	—	1134 (7,8%)	Grauwackenbruchsteine	„	Ziegelrohbau	Hauptgebäude Cementplatten, Vorhalle Holzcement	K. gew., sonst Balkendecken	„	In der Vorhalle Thonfliesenbelag.
12 000	11 770	55,9	10,6	—	550 (Kachelöfen) 133 (eiserne Oefen)	220,5 66,1	—	—	—	—	—	Feldsteine	Ziegelfachwerk	Bretterbekleidung	Pappe	„	—	—
54 000 — (Bauleitung)	38 330 1 500	90,4	9,0	—	400 (eiserne Regulir-Füllöfen)	30,5	465	13,3	66	33,0	1500 (3,8%)	Bruchsteine und Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	deutsch. Schiefer auf Schalung u. Pappeunterlage	„	Holz	Tiefe Gründung (z. Th. Pfeiler mit Bogen), in Spalte 8 berücksichtigt. Dachbinder einfache bez. doppelte Hängewerke. In der Eintrittshalle u. den Wartesälen sichtb. Holzdecken; in letzteren deutscher Patent-Fufsboden aus Buchenholz.
geschossige Bauten.																		
55 000	39 000	79,9	15,6	—	— (1 amerikan. Ofen, sonst eis. Reg.-Füllöfen)	—	457	20,8	690	43,1	—	Ziegel	„	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Hauptgebäude Falzziegel, Flügelbau Holzcement	K. u. Tunnel gewölbt, sonst Balkendecken	Stockwerktreppe Holz, Bahnsteigtr. Basaltlava	Im Wartesaal sichtb. Holzdecke auf gufseisernen Säulen. Fufsboden der Eintrittshalle u. des Flures Terrazzo. — 1 Dienstwohnung.
sige Bauten.																		
12 000	12 350	194,8	15,2	—	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegelfachwerk	Schieferbekleidung	deutsch. Schiefer a. Schal.	K. gew., sonst Balkend.	Holz	Tiefe Gründung auf Pfeilern mit Bogen, in Sp. 8 berücksichtigt. — Im Vorraum Thonfliesenbelag, sonst im E. eichen Stabfufsboden. — 1 Dienstwohn.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamt-rauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
12	Empfangsgebäude auf Haltestelle **Hohenstein**	Frankfurt a. M. *(Wiesbaden 1)*	93	94	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Amerlan	E: sieh die Abbildung; I = sw (th, f, 2st, ka, k), im D: ka.	100,5 *46,8* *37,0* *16,7*	46,8 *46,8* — —	— *10,56* *9,8* *4,6*	2,40	E = 3,9 I = 3,6	—	0,7	916,2	—	—	17 021
13	Desgl. für den Stadt- u. Ringbahnverkehr auf Bahnhof **Gesundbrunnen**	Berlin *(Berlin 6)*	95	95	entw. v. Wegner, ausgef. von Biedermann	Im U: ast, ab, p; E: sieh die Abbildung: 1 = Verbindungsgang nach dem Empfangsgebäude für den Fern- und Vorortverkehr (sieh Nr. 14).	141,0 *104,9* *25,4* *10,7*	73,9 *73,9* — —	— *11,41* *i. M* *6,9* *4,84*	1,99	U = 4,48 E = 4,73	—	(0,1)	1424,0	—	35 199	37 193
14	Desgl. für den Fern- u. Vorortverkehr der Berlin-Stettiner u. d. Nordbahn auf Bahnhof **Gesundbrunnen**	„	95	96	„	Im K: wk des Bahnwirthes; im U: bw (2st, ka, k, s), ast (4), wk; E: sieh die Abbildung. 1 = Verbindungsgang nach d. Empf.-Geb. f. d. Stadt- u. Ringbahnverkehr, 2 = Durchgang zum Bahnsteig, 3 = Verbindungsbrücken zu den Gepäckaufzügen	967,2 *334,6* *257,6* *206,1* *168,9*	419,7 *334,6* — — *85,1*	— *i. M 12,8* *10,4* *i. M 8,8* *i. M 8,71*	3,22	U = 3,6 E = 5,78 (8,4) (3,8)	(0,65)	(0,1)	10273,5	—	174 000	161 596

B. Empfangsgebäude für

a) Empfangsgebäude mit Güter-

Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	von	bis	Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	im Erdgeschofs	davon unterkellert	Höhe d. Umfass.-Mauern	a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels	Höhenzuschlag	Gesamt-rauminhalt	Nutzeinheiten	dem Anschlage	der Ausführung
15	Empfangsgebäude mit Güterboden auf Bahnhof **Trenholz**	Altona *(Oldesloe)*	96	96	Normal-Entwurf, ausgef. von Bischoff	E: sieh die Abbild.; 1 = sw (th, 2st, ka, k).	86,0	86,0	11,4	2,3	E = 3,58 1 = 3,33	2,2	—	980,4	—	18 800	15 000
16	Desgl. **Bantin**	„	95	96	desgl., ausgef. von Müller	Wie vor.	86,0	86,0	11,5	2,4	E = 3,58 1 = 3,33	2,2	—	989,0	—	18 800	16 290
17	Desgl. **Klein-Berkenthin**	„	96	96	desgl., ausgef. von Liuke	Desgl.	86,0	86,0	11,5	2,1	E = 3,58 1 = 3,30	2,2	—	989,0	—	18 800	17 375

b) Empfangsgebäude

Bemerkung: Bei den unter Nr. 18 bis 22 mitgetheilten sodafs die Angaben für das Empfangsgebäude und

1) Empfangsgebäude

Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	von	bis	Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	im Erdgeschofs	davon unterkellert	Höhe d. Umfass.-Mauern	a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels	Höhenzuschlag	Gesamt-rauminhalt	Nutzeinheiten	dem Anschlage	der Ausführung
18	Desgl. mit Güterschuppen auf Haltestelle **Milzau**	Erfurt *(Weifsenfels)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Falck		—	—	—	—		—	—	—	—	20 000	16 700
	a) Empfangsgebäude					Im K: wk; — E: sieh d. Abbild.; im D: sw (th, 3st, 3ka).	88,0 *63,2* *24,8*	63,2 *63,2* —	— *9,14* *8,3*	2,6	E = 3,54 i. M D = 3,14	2,2	0,8	783,5	—	—	—
	b) Güterschuppen	—			—	Sieh die Abbildung.	34,5	—	5,25	—	i. M 3,45	—	—	181,1	32 (qm Güterboden fl.)	—	—

2) Empfangsgebäude theil-

Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	von	bis	Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	im Erdgeschofs	davon unterkellert	Höhe d. Umfass.-Mauern	a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels	Höhenzuschlag	Gesamt-rauminhalt	Nutzeinheiten	dem Anschlage	der Ausführung
19	Desgl. **Ehringen**	Cassel *(Cassel 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D. Elberfeld, ausgef. von Pietig		—	—	—	—		—	—	—	—	25 385	22 413
	a) Empfangsgebäude					E: sieh die Abbild.; I = sw (th, 2st, ka, k); im D: ka.	120,4 *91,1* *29,3*	91,1 *91,1* —	— *11,3* *7,0*	2,5	E = 4,4 (1 = 3,9)	(0,71)	(0,5)	1234,5	—	—	—
	b) Güterschuppen	—			—	Sieh die Abbildung.	64,3	—	7,0	—	i. M 5,15	—	—	450,1	57 (wie vor)	—	—

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung									
	im ganzen	für 1			im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
—	17 021	169,4	18,6	—	214 (eiserne Regulir-Füllöfen)	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	K. u. E. Ziegel, I. Ziegelfachw.	Putzbau, im E. Ecken, Thür- und Fenstergewände Ziegelrohbau mit Verblendst., Fenstersohlbänke Sandst., I. auf der Wetterseite mit Schieferbekl.	deutscher Schiefer auf Schalung	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Die off. Wartehalle (Fachwerk, z. Th. mit Ziegelausmauerung) ist nur mit der halben Grundfl. in Ansatz gebracht. — Der Fufsbod. dort, d. Küche im I. und des Flures im E. d. Hauptgeb. Saargem. Thonfliesen. — 1 Dienstwohnung.
33 660 1 530 (innere Einrichtung) —	34 961 1 729 1 200 (Bauleitung)	248,0	24,6	—	152 (wie vor)	58,7	228	10,9	258	86,0	1200 (3,2 %)	Ziegel	K. u. U. Ziegel, E. Eisenfachw. mit Ziegelausmauerung	Ziegelrohbau mit Verblend- u. Formsteinen bezw. gefugtes Ziegelfachwerk	Ludovici-sche Patent-Falzziegel	K. u. U. gewölbt, sonst Holzdecken	Granit	U. des im Einschnitte errichteten Gebäudes liegt in der Höhe des Bahnsteiges. — In der Eintrittshalle reich profilirte sichtb. Holzdecke, von den Dachbind. (dopp. Hängewerke) getragen. Fufsbod. dort u. in d. Abtr. Cementfliesen. Hohes Dach.
146 060 8 000 (innere Einrichtung) 20 000 (Gas- u. Wasserleit. sowie Entwässer.) —	147 700 5 290 6 096 2 500 (Bauleitung)	152,7	14,4	—	1777 (9 Kachel- und 5 eiserne Regul.-Füllöfen)	86,6	1064	15,9	702	140,4	2500 (1,6 %)	"	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblend- u. Formsteinen	Aubau Holzcement, sonst wie vor	K. u. U. (m. Ausnahme d. Wohnr. d. Bahnwirthes) gewölbt, sonst Balkend.	Haustein, freitragend	Das im Einschnitte errichtete Gebäude ist z. Th. in die Böschung eingebaut, deren Bodengl. an d. Vorderfront mit dem E. zusammenfällt, während an d. Hinterfront der K. in der Höhe des Bahnsteiges liegt. — Decken der Eintrittshalle, des Durchgangsflures und der Wartesäle wie vor. In den letzt. eichener Stabfufsboden, in der Eintrittsb., den Fluren und Abtritten Thonfliesenbelag. — Hohes Dach mit Giebeln. — Wohnung f. d. Bahnwirth. — Beide unter Nr. 13 u. 14 aufgeführten Gebäude sind an die städtische Canalisation, Gas- und Wasserleitung angeschlossen.
Personen- und Güterverkehr.																		
boden (zweigeschossige Bauten).																		
16 800 2 000 (Nebengebäude)	13 350 1 650	155,2 84,2	13,6 17,2	— —	358 (Kachel- und eiserne Oefen)	150,4	—	—	—	—	—	"	"	Ziegelrohbau	Holzcement	K. gew., sonst Balkend.	Kiefernholz mit eichenen Trittstuf.	1 Dienstwohnung.
16 800 2 000 (wie vor)	14 550 1 730	169,2 88,3	14,7 18,1	— —	458 (wie vor)	190,8	—	—	—	—	—	Bruchsteine	"	"	"	"	"	Wie vor.
16 800 2 000 (wie vor)	15 429 1 946	179,4 99,3	15,6 20,4	— —	368 (eiserne Oefen)	154,6	—	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	Desgl.
mit Güterschuppen.																		
Bauanlagen ist der Güterschuppen besonders abgerechnet, das Güterschuppen getrennt werden konnten.																		
eingeschossig.																		
— 14 200	— 12 192	— 138,5	— 15,6	— —	— 305 (Kachel- und Sturm'sche Mantelöfen)	— 110,0	— —	— —	— —	— —	— —	— Sandbruchsteine	— Ziegel	— Ziegelrohbau	— deutsch. Schiefer a. Schal.	— K. gew., sonst Balkend.	— Holz	Zum Th. tiefe Gründung (Pfeiler mit Bögen), in Spalte 8 berücksichtigt. Im Wartesaal u. Dienstzimmer eichen. Stabfufsboden. — 1 Dienstwohn.
2 650 3 240 (Nebengebäude)	1 837 2 671	53,2 —	10,1 —	57,4 —	—	—	—	—	—	—	—	"	Ziegelfachwerk	gefugtes Ziegelfachwerk	Doppelpappdach	sichtb. Dachverband	—	Tiefe Gründ. wie vor. Dachh. verein. Hänge- u. Sprengw. — Fufsboden Cementbeton.
weise zweigeschossig.																		
— 17 456	— 14 264	— 118,5	— 11,6	— —	— 271 (Dauerbrandöfen)	— —	— —	— —	— —	— —	815 (3,6 %)	— Bruchsteine	— Ziegel	Ziegelrohbau, Thür- u. Fenstergewände sowie Ges. Sandstein	deutsch. Schiefer a. Schalung mit Pappeunterlage	— K. gew., sonst Balkend.	— kieferne Futter-, eichene Trittstufen	Z. Th. tiefe Gründung wie vor. — Fufsboden im Wartesaal und Dienstzimmer Buchenholz, im Schalterflur und Treppenhause Plattenbelag. — 1 Dienstwohnung
4 264 1 870 (Abtrittsgebäude) 1 795 (Wirthschaftsgeb.) —	3 611 1 761 1 962 815 (Bauleitung)	56,2 110,8 102,2	8,8 20,1 19,4	63,4 440,8 (f. 1 Sitz) —	—	—	—	—	—	—	—	"	Ziegelfachwerk	gefugtes Ziegelfachwerk	Doppelpappdach	sichtb. Dachverband		Fufsboden Buchenholz, sonst wie bei Nr. 186.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 und 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 13) nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
20	Empf.-Geb. mit Güterschuppen auf Haltestelle **Schafstädt** a) Empfangsgebäude	Erfurt (*Weißenfels*)	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Falck	— Post-Packkammer und Arbeiterzimmer fehlen, sonst wie Nr. 21.	— 131,4 *87,8* *43,6*	— 83,8 *83,8* —	— — *11,9* *5,92*	— 2,8	E = 4,09 (5,1) I = 3,31	— (0,9)	— (0,55)	— 1228,7	— —	**36070** —	**27403** —
	b) Güterschuppen	—			—	Wie Nr. 21.	125,9	—	5,35	—	i. M. 4,0	—	—	673,0	120 (*qm Güterbodenfl.*)	—	—
21	Desgl. auf Bahnhof **Lauchstädt** a) Empfangsgebäude	wie vor Im K: wk; — E. sieh d. Abb., I = ag, — I = sw (th, 2 st, ka, k); — im D: st, 2 ka	96	96	wie vor	—	— 157,1 *82,8* *21,0* *53,3*	— 104,8 *83,8* *21,0* —	— — *11,3* *7,02* *5,42*	— 2,6	E = 4,09 (5,41) I = 3,31	— (0,9)	— (0,55)	— 1377,8	— —	**43780** —	**32845** —
	b) Güterschuppen	—			—	Sieh die Abbildung.	188,5	—	4,94	—	i. M. 4,0	—	—	911,4	181 (*wie vor*)	—	—
22	Desgl. **Wolfhagen** a) Empfangsgebäude	Cassel (*Cassel 1*) —	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Pretig	— Im E: th, 2 l, 2 wt, d; I = sw.	— 300,5 *121,5* *61,8* *125,7*	— 183,3 *121,5* *61,8* —	— — *11,05* *10,25* *6,3*	— 2,6	— E = 4,7 I = 3,71	— (0,6)	. (0,6)	— 2767,9	— —	**43480** —	**40841** —
	b) Güterschuppen	—			—	E = gb.	180,8	—	6,55	—	i. M. 5,1	—	—	1184,2	172 (*wie vor*)	—	—
														1) Empfangsgebäude			
23	Empf.-Geb. mit Güterschuppen auf Bahnhof **Fallingbostel** u. Haltestelle **Dorfmark** *a) Empfangsgebäude* *b) Güterschuppen*	Hannover (*Hannover 3*)	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Merkel	Sieh die Abbildung	228,6 *95,2* *74,2* *56,2*	98,2 *98,2* — —	— *6,7* *5,55* *5,7*	2,4	4,0 bezw. i. M. 4,45	—	—	1390,1	(42) (*wie vor*)	**18000**	**14804**
24	Desgl. auf Bahnhof **Bobrek** *a) Empfangsgebäude* *b) Güterschuppen*	Kattowitz (*Beuthen O.S. 1*)	95	96	entw. bei d. E.-D. Breslau, ausgf. v. Zebrowski	Sieh die Abbildung	335,2 *63,8* *223,1* *48,3*	63,8 *63,8* — —	— *6,3* *5,6* *5,5*	2,3	4,0 (i. M. 5,35) bezw. i. M. 4,55	—	—	1917,0	(40) (*wie vor*)	**26000**	**24001**
														2) Empfangsgebäude theil-			
25	Desgl. **Tschirnitz** *a) Empfangsgebäude* *b) Güterschuppen*	Breslau (*Liegnitz 2*)	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Smierzchalski	Im K: wk; E. sieh die Abbildg.; I = sw (th, 2 st, 2 ka, k) Sieh die Abbildung.	134,1 *64,1* *40,3* *30,0*	64,1 *64,1* — —	— *9,3* *6,02* *3,97*	2,4	E = 3,6 I = 3,0 bezw. i. M. 3,8	(0,8)	(1,0)	958,2	(28) (*wie vor*)	**19500**	**15475**
26	Desgl. auf Haltestelle **Rothfest** *a) Empfangsgebäude* *b) Güterschuppen*	Breslau (*Neiße 1*) —	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Blunck	— Wie Nr. 24 Desgl.	134,4 *64,1* *40,3* *30,0*	64,1 *64,1* — —	— *10,2* *6,1* *5,3*	2,4	E = 3,6 I = 3,3 bezw. i. M. 3,8	(0,8)	(1,0)	1139,3	(28) (*wie vor*)	**14500**	**11429**
27	Desgl. **Bohrau-Seiffersdorf** *a) Empfangsgebäude* *b) Güterschuppen*	Breslau (*Liegnitz 2*) —	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Smierzchalski	Im K: wk, E. sieh die Abbildung, I = sw (th, 2 st, ka, k). Sieh die Abbildung	151,2 *85,0* *36,2* *30,0*	85,0 *85,0* — —	— *9,6* *4,13* *4,35*	2,5	E = 3,6 (i. M. 4,2) I = 3,0 bezw. i. M. 4,0	—	—	1093,0	(28) (*wie vor*)	**22500**	**16980**

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung							
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Z. Th. tiefe Gründung wie bei Nr. 18. — Im Dienstzimmer und in den Wartesälen eich. Stabfufsboden, im Vorraum Thonplattenbelag; im Wartesaal 3. u. 4. Kl. ansteig. sichtb. Holzdecke (verein. Hänge- und Sprengw.). 1 Dienstwohn.
22990	17380	132,2	14,1	—	442 (Sturmsche Mantel- u. Kachelöfen)	84,4	—	—	—	—	—	Sandbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	deutscher Schiefer auf Schalung	K. gew., sonst Balkend.	Holz	
9000 3480 (Nebengebäude)	7061 2962	56,1 —	10,6 —	58,8 —	—	—	—	—	—	—	—	„	Ziegelfachwerk	gefugtes Ziegelfachwerk	Doppelpappdach	sichtbarer Dachverband	—	Wie bei Nr. 18b
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25900	21566	137,9	15,7	—	532 (wie vor)	86,9	—	—	—	—	—	Bauart wie vor						Wie vor, jedoch keine tiefe Gründung. — 1 Dienstwohn.
14400 3480 (Nebengebäude)	8314 2965	44,2 —	9,1 —	45,9 —	—	—	—	—	—	—	—							Gründung auf Pfeilern mit Bogen. Dachbinder und Fufsboden wie bei Nr. 18b.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1629 (3,5%)							
26646	28184	92,2	10,3	—	351 (Dauerbrandöfen)	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau, Thür- und Fenstergewände Sandstein	th. dtsch. Schiefer a. Schalung u. Pappeunterlage, th. Doppelpappd.	K. gew., sonst Balkendecken	kieferne Futter-, eichene Trittstufen	Fufsboden wie bei Nr. 19a. 1 Dienstwohnung.
9622 2056 (Post-Dienstgebäude) 2000 (Wirthschaftsgebäude) 3096 — (Brunnen) — (Bauleitung)	8422 1435 1512 2455 2907 1620	46,6 90,9 77,9 130,6 —	7,1 17,3 18,3 25,9 —	49,0 — — 350,7 (f. 1 Sitz)	—	—	—	—	—	—	—	„	Ziegelfachwerk	gefugtes Ziegelfachwerk	Doppelpappdach	sichtbarer Dachverband	—	Fufsbod. Buchenholz, sonst wie bei Nr. 18b.

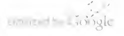
Bemerkung: Bei den unter Nr. 23 bis 32 mitgetheilten Bauanlagen ist der Güterschuppen nicht besonders abgerechnet, sodafs die hier gemachten Angaben sich auf das Empfangsgebäude und den Güterschuppen zusammen beziehen.

eingeschossig

18000 — (Bauleitung)	14354 450	62,8	10,3	—	270 (eiserne Oefen)	58,8	—	—	—	—	450 (3,0%)	Ziegel	„	„	„	K. gew., sonst Balkend. bez. sichtb. Dachverb.	—	Fufsboden der Flure Mettlacher Fliesen, in den Wartesälen eichene Riemen. — Dachbinder des Güterschuppens wie bei Nr. 18b.
26000	24001	71,6	12,5	—	530	106,0	—	—	—	—	—	Kalkbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst., Sockel hammerrecht bearbeit. Kalkbruchst.	Ziegelkronendach	„	—	Dachbinder des Güterschuppens, Fufsboden der Vorhalle und des Durchgangsflurs i. Empfangsgeb. wie vor, in erst. Stampfasphaltestrich. Im Wartesaal 4 Kl. ansteig. sichtb. Holzdecke, von d. Dachbindern (verein. Hänge- u. Sprengw.) u. Stiel. getrag.

weise zweigeschossig.

11500 1300 (innere Einrichtung) 1900 (Nebengebäude) 1800 (Nebenanlagen)	11800 1285 1560 830	87,0 88,8	12,3 10,5	— —	210 (Kachel- u. eiserne Oefen)	68,5	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel, Güterschuppen Ziegelfachwerk	Putzbau, Sock., Eck., Thür- u. Fenstergew. sowie Gesimse Ziegelrohbau, Güterschuppen gef. Ziegelfachwerk	Falzziegel	„	Holz	Fufsboden im Vorflur des Empfangsgebäud. Cementfliesen. Im Güterschuppen Wellblech-Schiebethor, Dachbinder wie bei Nr. 18b. — 1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 190 ℳ f. d. Entwässerung, 640 „ f. d. Brunnen.
13000 1500 (Nebengebäude) — (Entwässerung)	12406 1800 223	92,3 81,5	10,9 15,9	— —	242 (wie vor)	77,8	—	—	—	—	—	„	„	„	Ziegelkronendach	„	„	Tiefe Gründung (z. Theil Pfeiler mit Bogen), in Sp. 8. berücksichtigt. — Dachbinder des Gütersch. wie bei Nr. 18b. — 1 Dienstw.
17500 1300 (innere Einrichtung) 1900 (Nebengebäude) 1800 (Nebenanlagen)	13200 1450 1610 720	87,8 91,7	12,1 20,1	— —	385 (wie vor)	96,6	—	—	—	—	—	„	„	„	Falzziegel	„	„	Nebenanlagen: 205 ℳ f. d. Entwässerung, 515 „ f. d. Brunnen. Sonst wie vor.



1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamt-rauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 a. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 15) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
28	Empf.-Geb. mit Güterschuppen auf Bahnhof **Zarrentin** a) Empfangsgebäude b) Güterschuppen	Altona (*Oldesloe*) —	95	96	Normal-Entw., ausgef. von Müller	Im K: wk; — E: sieh d. Abbild.; I — sw (th, f, 2st, 2ka, k, s) Sieh die Abbildung	191,9 *98,0* *40,1* *12,8* *41,0*	138,1 *98,0* *40,1* — —	— *11,66* *7,2* *6,25* *5,75*	2,4	E = 3,78 (i. M. 5,34); I = 3,33 bezw. i. M. 4,05	2,15 (1,0)	—	1748,4	(38) (qm Güterbodenfläche)	28 000	26 910
29	Desgl. auf Bahnhof **Ketschdorf** a) Empfangsgebäude b) Güterschuppen	Breslau (*Liegnitz 1*) —	95	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Hoogen —	E: sieh die Abbildung, I — sw; — im D: ka. Sieh die Abbildung	270,2 *119,1* *24,6* *49,0* *77,5*	143,7 *119,1* *24,6* — —	— *11,8* *8,25* *7,05* *7,8*	2,5	E = 4,0; I = 3,8 bezw. i. M. 4,1	1,0 (0,8)	(0,8)	2561,2	(66) (wie vor)	38 500	33 13[illegible]
30	Desgl. auf Bahnhof **Krempe** a) Empfangsgebäude b) Güterschuppen	Altona (*Glückstadt*) —	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Goldbeck —	Im K: k u. s des Bahnwirthes, — wk; — E: sieh die Abbildung; — I — th, f, sw (2st, ka, k, s) u. st d. Bahnw. Sieh die Abbildung	339,4 *162,2* *96,0* *81,1*	258,3 *162,3* *96,0* —	— *12,1* *7,95* *6,4*	2,4	E = 4,08 (4,78); I = 3,33 bezw. i. M. 5,0	1,6 (0,9)	—	3246,1	(77) (wie vor)	48 000	40 036
																3) Empfangsgebäude	
31	Desgl. auf Haltestelle **Kray-Süd** a) Empfangsgebäude b) Güterschuppen	Essen (*Bochum*) —	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Stuhl —	E: sieh d. Abb., I — sw (th, f, st, 2ka, k); im D: ka. Sieh die Abbildung	117,5 *49,8* *31,7* *26,0*	49,8 *49,8* — —	— *12,6* *11,2* *8,05*	2,5	E = 4,58; I = 3,5 bezw. i. M. 4,0	0,8	0,2	1272,8	(30) (wie vor)	16 900	10 964
32	Desgl. **Laubaltz** a) Empfangsgebäude b) Güterschuppen	Breslau (*Sorau*) —	93	96	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. von Scharlock	Im K: wk, E: sieh d. Abbild.; I — sw (th, f, 3st, k) Sieh die Abbildung	204,3 *71,1* *33,9* *99,3*	71,1 *71,1* — —	— *10,75* *9,45* *6,4*	2,5	E = 3,6; I = 3,3 bezw. i. M. 5,5	1,3	0,15	1720,8	(86) (wie vor)	27 888	25 [illegible]
																C. Neben-	
33	Abtrittsgebäude auf Bahnhof **Elberfeld-Steinbeck**	Elberfeld (*Elberfeld*)	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Brandt	1, 2 u. 3 — Abtheil. bezw. für Frauen, Männer und Beamte, 4 — Stube der Wartefrau.	87,3	87,3 (3,4	7,35 *2,8*	i. M. 2,65	i. M. 5,0	—	—	651,2	16 (Sitze) 10 (Pissoirstände)	11 500	10 318
34	Wirthschaftsgebäude mit Postdiensträumen usw. auf Bahnhof **Ratzeburg**	Altona (*Oldesloe*)	96	96	entw. von Gier, ausgef. von Schrader	Im E: po (3), wk, hr (6), ab, p.	204,0 *45,0* *159,6*	45,0 *45,0* (2,3	— *5,73* *4,37* *2,0*	2,15	2,48	0,9	—	959,8	—	13 000	10 870
																II. Güter-	
																A. Offene Güter-	
1	Güter-Umladehalle auf Bahnhof **Altenbeken**	Münster (*Paderborn 2*)	96	96	entw. bei d. B.-I., ausgef. von Lorsbach	—	374,2	—	5,75	—	i. M. 4,7	—	—	2151,6	373 (qm Güterbodenfl.)	10 000	10 271
2	Desgl. **Vohwinkel** (Anbau)	Elberfeld (*Elberfeld*)	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von der B.-I.	—	49[illegible] [illegible] *369,6*	— — —	— *5,78* *5,52*	—	i. M. 4,03 (4,44)	—	—	2748,2	490 (wie vor)	15 000	18 610

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung							
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
24 000 4 600 (Nebengebäude) — (Entwässerung)	22 890 3 800 250	119,3 75,5	13,1 21,8	— —	630 (Kachel- und eiserne Oefen)	144,2	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Güterschuppen Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen bezw. gefugtes Ziegelfachwerk	Mittelbau Holzcement, Seitenbauten Doppelpappdach	K. gew., sonst Balkend. bezw. sichtbarer Dachverband	Holz	Im Wartesaal 3. u. 4. Kl. ansteigende sichtbare Holzdecke. — Dachbinder des Gütersch. wie bei Nr. 18b. — 1 Dienstwohnung.
32 000 2 500 (innere Einrichtung) 2 000 (Abtrittsgebäude) 2 000 (Wirthschaftsgeb.) — (Brunnen)	27 110 1 844 1 792 969 1 432	100,3 106,7 57,7	10,6 19,6 9,2	— 448,0 (f. 1 Sitz) —	600 (Kachel- und eiserne Regulir-Füllöfen)	100,0	—	—	—	—	—	Bruchsteine und Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	deutscher Schiefer a. Schalung u. Pappeunterlage, Gütersch. Holzcement	K. Betondecke, sonst wie vor.	„	Tiefe Grundmauern, in Sp. 8 berücksichtigt. — Sonst wie bei Nr. 25.
41 000 —	36 845 3 191 (Gründung auf Eisenbahnschwellen unter den Bankette)	108,6	11,4	—	574 (wie vor)	70,4	—	—	—	—	—	Bankette Beton, darüber Ziegel	Ziegel, Güterschuppen Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen bezw. gefugtes Ziegelfachwerk	Doppelpappdach	Kleinesche Decken bezw. sichtbarer Dachverband	„	Tiefe Grundmauern, in Sp. 8 berücksichtigt. — In den Fluren und der Küche des Bahnwirthes Thonplattenbelag. — Dachbinder des Güterschuppens wie bei Nr. 18b. — 1 Dienstwohnung.
zweigeschossig.																		
15 000 — (innere Einrichtung) 1 900 (Abtrittsgebäude) — (Nebenanlagen)	15 534 1 115 2 160 1 175	132,2 121,3	12,2 18,0	— 720,0 (f. 1 Sitz)	229 (eiserne Regulir-Füllöfen)	64,1	38	5,4	145	72,6	—	Ziegel	Ziegelfachwerk	gefugtes Ziegelfachwerk	Pfannen auf Lattung, Gütersch. Zink	K. gew., sonst Balkendecken bezw. sichtbarer Dachverband	Kiefernholz mit eichen. Trittstufen	Tiefe Grundmauern wie vor. — Fufsboden im Wartesaal Eichenholz. Dachbinder d. Gütersch. wie bei Nr. 18b. — 1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 774 ℳ f. d. Einfriedigung, 401 „ f. d. Entwässerung. Die Ueberschreitung gegen den Anschlag ist durch die tiefere Gründung und die in ersterem nicht vorgesehenen Kosten für die Gas- und Wasseranlagen, für innere Einrichtung und Nebenanlagen entstanden.
22 000 2 200 (innere Einrichtung) 1 138 (Wirthschaftsgeb.) 2 000 (Abtrittsgebäude) 550 (Nebenanlagen) — (Bauleitung)	16 590 2 275 1 125 1 983 1 362 2 550	81,4 67,7 118,1	9,6 11,8 24,5	— — 495,8 (f. 1 Sitz)	470 (Kachel- und eiserne Regulir-Füllöfen)	132,8	—	—	—	—	2550 (9,5 %)	Feld- und Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Schablonenschiefer auf Schalung, Güterschuppen Pappe	K. gew., sonst Balkendecken bezw. sichtbarer Dachverband	Holz	Fufsboden im Wartesaal u. Vorflur Thonfliesen. Im Gütersch. Dachbinder wie bei Nr. 18b, schmiedeeis. Fenster und Wellblech-Schiebethore. — 1 Dienstwohnung. Nebenanlagen: 1002 ℳ f. d. Entwässerung und Traufpflaster, 360 „ f. d. Einfriedigung.
gebäude.																		
11 500	10 318	118,2	15,8	644,9 (f. 1 Sitz)	150 (Säulenöfen)	—	370	—	600	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Innenwände Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau, Fenstersohlbänke Basaltlava	Doppelpappdach	K. gew., sonst sichtbarer Dachverband, theilweise Balkend.	—	Fufsboden Cementbeton. — Dunstabzug mit Glasjalousien. Grubeneinrichtung.
13 000	10 870	53,1	11,3	—	56 (eiserne Oefen)	72,5	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	„	K. gew., sonst Balkendecken, Abtritt sichtbarer Dachverband	—	In den Postdiensträumen Holzfufsboden, sonst flachseit. Ziegelpflaster. — 12 Abtrittssitze (Tonneneinrichtung) und Pissoir.
schuppen.																		
Umladehallen.																		
10 000 — (Bauleitung)	9 782 489	26,1	4,5	26,2	—	—	—	—	—	—	489 (4,9 %)	Bruchsteine	Dachbinderstiele	Dachbinderstiele mit oberer profilirter Bretterschürze	„	sichtbarer Dachverband	—	Dachbinder verein. Hänge- u. Sprengwerke auf Stielen. Fufsboden buchene Bohlen.
15 000	18 610	37,0	6,8	38,0	—	—	—	—	—	—	—	„	„	Dachbind.-stiele	Pappe	„	—	Fufsbod. Cementbeton, sonst wie vor.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 16) nach dem Anschlage ℳ	der Ausführung ℳ
3	Güter-Umladehalle auf Bahnhof **Schönefeld**	Halle a. S. *(Leipzig 2)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Dorner	—	638,0	—	6,67	—	i. M. 4,9	—	—	4191,7	635 (qm Güterbodenfläche)	**20 880**	21 352
4	Desgl. **Göttingen** *(Erweiterung)*	Cassel *(Göttingen 1)*	96	96	entw. u. ausgef. von Lohr	—	638,8 *599,7* *39,1*	— — —	— *6,0* *5,6*	—	i. M. 4,15 (4,0)	—	—	3817,2	635 (wie vor)	**23 000**	19 312
	B. Güterschuppen ohne																
	a) Fachwerk-																
5	Güterschuppen auf Bahnhof **Unter-Barmen** *(Anbau)*	Elberfeld *(Elberfeld)*	95	96	entw. u. ausgef. von Brandt	E = gb.	207,2	—	6,72	—	i. M. 4,86	—	—	1302,4	rund 200 (wie vor)	**14 000**	9 691
6	Desgl. **Iserlohn** *(Anbau, Verbreiterung)*	Elberfeld *(Altena)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Werren	E = gb, ast.	357,3	—	5,36	—	i. M. 5,1	—	—	2125,9	320 (wie vor)	**19 500**	17 186
7	Umladeschuppen auf Rangirbahnhof **Pankow** *(Anbau)*	Berlin *(Berlin 6)*	95	96	entw. u. ausgef. von Bathmann	E = gb, lm.	1096,7 *1085,3* *11,4*	— — —	— *6,95* *4,5*	—	i. M. 6,3	—	—	7594,1	rund 680 (wie vor)	**35 000**	29 082
	b) Massive																
8	Güterschuppen auf Bahnhof **Hameln** *(Anbau)*	Hannover *(Hameln 2)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Janensch	Wie vor.	216,9	—	6,0	—	i. M. 4,9	—	—	1301,4	182 (wie vor)	**15 000**	11 668
9	Desgl. auf Haltestelle **Mayen-West**	St. Johann-Saarbrücken *(Mayen)*	95	96	entw. v. Blankenagel, ausgef. v. Wendt	Desgl.	242,6	—	7,0	—	i. M. 5,[illegible]	—	—	1698,2	187 (wie vor)	**14 000**	12 854
10	Desgl. auf Bahnhof **Borholt** *(Anbau)*	Münster i. W. *(Wesel 1)*	95	96	entw. u. ausgef. von Schmoll	E = gb.	300,0 *180,0* *180,0*	180,0 *160,0* —	— *8,0* *7,9*	2,25	i. M. 6,6	—	—	2862,0	330 (qm Güterboden- und 140 qm Keller-Lagerfläche)	**17 183**	16 922
	C. Güterschuppen mit																
	Bemerkung: Bei den unter Nr. 12 bis 16, 18 bis 20 mitgetheilten ... die hier gemachten Angaben sich auf den Güterschuppen																
	a) Güterschuppen																
11	Güterschuppen und Dienstwohngebäude auf Haltestelle **Remscheid-Bliedinghausen**	Elberfeld *(Lennep)*	95	96	entw. von Maschke, ausgef. von Ikenhaus		—	—	—	—	—	—	—	—	—	**28 700**	24 760
	1. Gütersch. mit Geschäftsr.	—					183,3	—	—	—	i. M. 5,0 bezw. 4,5	—	—	1420,6	127 (qm Güterbodenfläche)	—	—
	a) Güterschuppen	–			–	E: sieh die Abbildung; I = lm.	*143,9*	—	*7,75*	—		0,8					
	b) Zwischenbau mit Geschäftsr.	–			–		*33,4*	—	*7,75*								
	2. Dienstwohngebäude *(im Zusammenhange mit 1)*	—				E: sieh die Abbildung; I = E.	84,8	84,8	10,2	2,8	E = 3,27 I = 3,27	—	—	865,0	—	—	—
12	Güterschuppen m. Abfert.-Geb. auf Bahnhof **Barmen** *(Anbau)*	Elberfeld *(Elberfeld)*	95	96	entw. u. ausgef. von Brandt	—	419,9	61,9	—	—	i. M. 6,5 bezw.	—	—	3613,2	300 (qm Güterboden- und 30 qm Keller-Lagerfläche)	**27 900**	27 290
	a) Güterschuppen	–				E = gb.	*253,6*	—	*6,76*	2,48	E = 4,0	1,3					
	b) Abfertigungsgebäude	–			–	E = th, f, ea(2), lm, ast, gb, ab, I = th, f, gz, vs, ab.	*61,9* *104,4* –	*61,9* – *(17,0)*	*11,03* *10,8* 2,0		I = 4,0						

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung							
	im ganzen	für 1																
		qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
20 880 — (Nebenanlagen)	21 163 189	33,2	5,0	33,8	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Dachbinderstiele	Dachbinderstiele mit oberer Bretterschürze	Doppelpappdach	sichtb. Dachverband	—	Fufsboden kieferne Bohlen.
23 000	19 312	30,2	5,1	30,4	—	—	712	37,5	—	—	—	Eisenbahnschienen	„	„	„	„	—	Die Füfse der Binderstiele bestehen aus alten zusammengeschmiedeten Eisenbahnschienen mit angenieteten Platten aus altem Kesselblech.
Abfertigungsgebäude.																		
Bauten.																		
14 000 — (Nebenanlagen)	9 126 565	44,0	6,6	45,6	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine und Ziegel	Ziegelfachwerk	gefugtes Ziegelfachwerk	„	„	—	Hölz. Dachstuhl mit zwei Reihen Doppelstiele. Oberlichte. Fufsboden buchene Bohlen.
19 500	17 186	48,1	8,1	53,7	—	—	405	45,0	36	36,0	—	Grauwacken-Bruchsteine	„	„	„	Arbeiterstube Balkendecke, sonst wie vor	—	Dachbinder verein. Hänge- u. Sprengwerke. Schmiedeeiserne Oberlichte. Fufsboden wie vor.
35 000	29 082	26,5	3,8	42,6	—	—	—	—	1648 (2 Hydranten)	824,0	—	Ziegel	„	„	„	sichtb. Dachverband	—	Dachbinder verein. Hänge- und Sprengwerke mit zwei Reihen Stiele. Schmiedeeis. Fenster und Oberlichte. Fufsbod. Asphalt auf Beton.
Bauten.																		
15 000	11 668	53,8	9,0	64,1	—	—	102	14,6	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Holzcement	„	—	Hölz. Dachstuhl mit 1 Reihe Mittelstiele. Schmiedeeis. Fenster und Thore. Fufsboden kieferne Bohlen.
14 000	12 854	53,0	7,8	68,7	—	—	—	—	—	—	—	Basaltlava-Bruchsteine	Basaltlava-Bruchsteine	Putzbau, Sockel, Lisenen u. Fenstergewände Basaltlava-Werkst.	deutscher Schiefer auf Schalung	„	—	Sehr tiefe Gründung (Pfeiler mit Bögen), in Sp. 8 berücksichtigt. Hölzerner Dachstuhl. Oberlichte. Fufsboden buchene Bohlen.
17 183	16 922	47,0	5,9	51,9	—	—	323	35,9	—	—	—	Ziegel	Ziegel, 1 Giebelwand Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau bezw. gefugtes Ziegelfachwerk	Hilgersche verzinkte Pfannen	K. Balkendecke, sonst sichtbarer Dachverband	—	Dachbinder verein. Hänge- und Sprengwerke. Fufsboden im K. flachseitiges Ziegelpflaster, sonst eich. Bohlen.
Abfertigungsgebäude.																		
Bauanlagen ist der Güterschuppen nicht besonders abgerechnet, sodafs und das Abfertigungsgebäude zusammen beziehen.																		
Fachwerk.																		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ziegelfachw. m. z. Th 1 St. starker Ausmauerung	—	—	Geschäftszimmer Balkend., sonst sichtb. Dachverband	—	Sehr tiefe Gründung (Pfeiler mit Bogen), in Sp. 8 berücksichtigt. Nebenanlagen: 365 ℳ f. d. Wasserleitung, 711 „ f. d. Entwässerung, 207 „ f. d. Umwehrung.
12 000	9 858	53,8	6,9	77,6	88 (1 eis. Reg.-Füll-, 1 Säulenofen)	55,8	—	—	—	—	—	Bruchsteine		gefugtes Ziegelfachwerk	Doppelpappdach		—	Sprengwerk-Binder. Oberlicht. Fufsboden eichene Bohlen.
14 700 2 000 (Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	11 546 2 073 1 283	136,2 85,7	13,3 14,0	— —	165 (eiserne Regulir-Füllofen)	73,4	—	—	150	50,0	—	„	wie vor, durchg. mit 1 St. starker Ausmauerung	„	deutscher Schiefer auf Schalung	K. gew., sonst Balkendecken	tann. Futter-, eichene Trittstufen	Fufsboden im E. Eichenholz. — 2 Dienstwohnungen.
27 900	27 280	65,0	7,6	90,0	285	55,0	207 bezw. 492	41,4 18,8	545	41,9	—	„	Güterschuppen Ziegelfachwerk, Abfertigungs-Gebäude Ziegel	gefugtes Ziegelfachwerk bezw. Ziegelrohbau	Doppelpappdach	K. gew., sonst sichtb. Dachverband bezw. Balkendecken	Eichenholz	Im Güterschuppen Dachbinder je 2 verein. Hänge- u. Sprengwerke mit Mittelstiel. — Oberlichte; Fufsboden buchene Bohlen.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamt-rauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
13	Güterschuppen m. Abfert.-Geb. auf Bahnhof **Elmshorn** (Anbau) a) Güterschuppen b) Abfertigungsgebäude	Altona *(Hamburg 2)* — —	96	96	entw. v. Tienz, ausgef. von Langbein		495,5 341,0 154,5	— —	— 6,37 6,12	— —	i. M. 5,1 bezw. 3,96	— (0,5)	—	3117,7	312 (qm Güterbodenfläche)	25 000	18 500
14	Eilgutschuppen m. Abfert.-Geb. auf Bahnhof **Altona** a) Güterschuppen b) Abfertigungsgebäude	" — —	94	95	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Cauer u. Wendenburg	1 = Raum für verdorbene Sachen, — 2 = Aufenthaltsraum für Arbeiter; in der Mitte d. rechtsseit. Schuppens ein gleicher Raum für den Lademeister.	1536,7 1294,1 83,4 159,2	179,5 96,1 83,4	— 6,22 8,7 7,55	2,0 2,7	i. M. 4,55 bezw. 4,0	— 1,5	—	9976,8	1 206 (qm Güterboden- u. 123 qm Keller-Lagerfläche)	105 000	93 23[illegible]
																b) Massive	
														1) Abfertigungsgebäude			
15	Güterschuppen desgl. auf Bahnhof **Hohenlimburg** (Anbau) a) Güterschuppen b) Abfertigungsgebäude	Elberfeld *(Altena)* — —	96	96	entw. bei d. früheren E.-B.-A. Altena, ausgef. von Werren	— E = gb. E — f, 2gz.	199,9 113,1 86,8	199,9 113,1 86,8	— 8,35 8,35	2,5 2,0	i. M. 7,0 bezw. 3,75	— 2,0	—	1669,2	103 (bezw. 151 qm wie vor)	14 900	14 900
16	Zollschuppen desgl. auf Güterbahnhof **Bonn** a) Zollschuppen b) Abfertigungsgebäude	Köln *(Coblenz)* —	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Barzen	1 = abf, 2 = ac.	302,1 268,2 33,9	33,9 — 33,9	— 6,5 6,1	— 2,4	i. M. 5,4 bezw. 3,87	— —	—	1950,1	237 (bezw. 26 qm wie vor)	17 400	15 686
17	Güterschuppen desgl. auf Bahnhof **Zabrze** (2 Anbauten)	Kattowitz *(Gleiwitz I)*	96	96	entw. v. Mettegang, ausgef. von Vofs	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18 500	16 594
	a) Güterschuppen					E = gb.	268,5	—	7,38	—	i. M. 6,1	—	—	1981,5	250 (qm Güterbodenfläche)	—	—
	b) Abfertigungsgebäude	—			—	E — f, abf, ca	66,1	—	7,47	—	3,8	1,28	—	493,9		—	—
18	Desgl. **Brandenburg** a) Güterschuppen b) Abfertigungsgebäude	Magdeburg *(Berlin II)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Nowack	Sieh vorstehende Abbildung.	1232,4 1046,2 180,5 5,7	186,2 — 180,5 5,7	— 6,7 6,9 3,6	— 2,8	i. M. 5,75 bezw. 3,0	— —	—	8274,0	950 (qm Güterboden- u. 89 qm Keller-Lagerfläche)	62 800	48 682
														2) Abfertigangsgebäude mit Drempelge-			
19	Desgl. **Löhne i. W.** a) Güterschuppen b) Abfertigungsgebäude	Hannover *(Minden)* —	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Büseler	— E = gb. E — f, gz (4).	269,0 187,6 81,4	81,4 — 81,4	— 5,97 9,4	— 2,6	i. M. 4,5 bezw. E = 3,6 i. M. D = 3,38	— —	—	1885,1	170 (bezw. 50 qm wie vor)	20 000	17 270
20	Zollschuppen desgl. auf Bahnhof **Heinersdorf** (Anbau) a) Zollschuppen b) Abfertigungsgebäude	Breslau *(Neifse 2)* — —	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Buchholz	1 = lm. Im K: ast; — E: sieh die Abbildung; — 1 = w (th, f, 2st, ka, k); — im D: ka.	611,0 238,1 129,1 243,8	129,1 — 129,1 —	— 6,47 10,9 5,67	— 2,5	i. M. 5,5 bezw. E = 4,0 (I = 3,5)	— (1,0)	—	4330,0	(178) (qm Güterbodenfläche)	41 200	38 323
											III. Locomotiv-						
											A. Rechteckige Locomotivschuppen mit directen						
1	Locomotivschuppen m. Arbeiter-Aufenthaltsraum auf Bahnhof **Lauchstädt**	Erfurt *(Weifsenfels)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Falck		199,6 182,6 17,0	— — —	— 6,6 4,3	— —	i. M. 6,4 bezw. i. M. 4,4	— —	—	1278,3	2 (Locomotivstände)	15 000	17 992

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Bautheile usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung							
nach dem Anschlage	nach der Ausführung																	
	im ganzen	für 1			im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
M	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*							
25 000	18 500	37,8	5,9	59,8	260 (1 Kröckelscher Mantelofen, 3 Kopenhag. Oefen)	61,8	292	10,1	—	—	—	Ziegel	Güterschuppen Ziegelfachw., Abfert.-Gebäude Ziegel	gefugtes Ziegelfachwerk bezw. Ziegelrohbau	Doppelpappdach	sichtb. Dachverband bezw. Balkendecken	—	Dachbinder des Güterschuppens verein. Hänge- und Sprengwerke.
105 000	93 231	60,7	9,3	77,3	(alte Oefen)		—	—	1668	166,8	—	Bankette Beton, darüber Ziegel	Eisenfachwerk m. Ziegelausmauerung	gefugtes Ziegelfachwerk	Güterschuppen Holzcement, Abfert.-Gebäude Doppelpappdach	K. d. Abf.-Geb. gew., sonst sichtb. Dachv. bezw. Balkendecken	—	Im Güterschuppen eiserne Fachw.-Dachbinder u. Fenster, Wellblech-Schiebethore, Fufsboden Asphalt auf Beton.
Bauten.																		
eingeschossig.																		
14 900	14 900	74,5	8,0	—	(wie vor)		97	24,3	—	—	—	Grauwacken-Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau, Plinthe Sandstein	deutsch. Schiefer auf Schalung	sichtbarer Dachverband bezw. Balkendecken	—	Im Güterschuppen Dachbinder wie bei Nr. 12a, Fufsboden eichene Bohlen, in sämtlichen Kellerräumen Stampfbeton.
17 400 — (Abtrittsanbau)	15 400 286	51,0 95,3	7,0 24,0	65,0 286,0 (f. 1 Sitz)	93 (eiserne Regulir-Säulenöfen)	86,6	217	18,0	309	154,5	—	Ziegel	Ziegel, 1 Giebelwand d. Zollschuppens Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau bezw. gefugtes Ziegelfachwerk	Doppelpappdach	wie bei Nr. 13	—	Im Zollschuppen Dachbinder wie bei Nr. 12a, Oberlichte, schmiedeeis. Fenster, Wellblech - Schiebethore; Fufsbod. Asphalt a. Beton, im Abfertigungs-Gebäude pitch pine.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14 867	12 831	47,9	6,5	51,3	—	—	245	11,1	—	—	—	Bruchsteine	Bruchsteine u. Ziegel	Ziegelrohbau, Sockel Bruchst.	Pappe	sichtbarer Dachverb.	—	Hölzerner Dachstuhl mit 1 Reihe Mittelstiele.
3 633	3 763	56,9	7,6	—	261 (Kachelöfen)	178,0	114	7,6	—	—	—	"	"	"	"	Balkendecken	—	—
61 850 450 (innere Einrichtung) 500 (Nebenanlagen)	48 107 422 153	39,0	5,8	50,6	200 (eiserne Oefen)	62,5	273	9,1	50	25,0	—	Bankette Bruchsteine, darüber Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	K. d. Abfert.-Gebäudes gewölbt, sonst sichtb. Dachverband bezw. Balkendecken	—	Im Güterschuppen Dachbinder je 2 vereinigte Hänge- und Sprengwerke mit Mittelstiel, schmiedeeis. Oberlichte u. Fenster, Wellblech - Schiebethore. — Fufsboden im Flur des Abfert.-Gebäudes Mettlacher Fliesen.
schofs bezw. theilweise zweigeschossig																		
20 000	17 270	64,2	9,2	101,6	180 (eiserne Regulir-Füllöfen)	79,4	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel, Innenwände des Abfert.-Gebäudes Ziegelfachw.	"	Holzcement	"	Holz	Im Güterschuppen eiserne Fachwerk-Dachbinder und durchgehendes Oberlicht, Fufsboden Asphalt auf Beton.
44 200	38 324	62,7	8,0	—	954 (Kachel- und eiserne Oefen)	96,0	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel	"	Zollschuppen Pappe, Abfert.-Gebäude theils Holzcement, theils Ziegelkronendach	"	"	Dachbinder des Güterschuppens wie vor. — 1 Dienstwohnung.
schuppen.																		
Einfahrtsgleisen (Fachwerk-Bauten).																		
15 000	17 092	90,1	14,1	8996,0	335 (Hohenzollern-Öfen mit Sandbrennvorricht.) 34 (feus. Kingmofen)	32,0 46,0	—	—	—	—	—	Sandbruchsteine	Ziegelfachwerk, 1 Giebelwand Ziegel	gefugtes Ziegelfachwerk bezw. Ziegelrohbau	Doppelpappdach	sichtb. Dachv. bezw. gelattete u. geputzte Sparren	—	Im Locom.-Schuppen Dachbinder vereinigte Hänge- u. Sprengwerke, Fufsboden hochkant. Ziegelpflaster.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundriss nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschoss, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 16) nach	
			von	bis			im Erdgeschoss	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
2	Locom.-Schuppen mit Uebernachtungsr. auf Bahnhof **Schönau a. K.**	Breslau *(Liegnitz 1)*	95	95	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. v. Hougen	Im Anbau 1 Uebernachtungsraum, 1 Raum für Putzer und Materialien, sonst im wesentlichen wie Nr. 3	239,4 *206,7* *32,7*	— — —	— *7,0* *4,54*	—	i. M. 6,9 bezw. 3,6	—	—	1595,4	2 *(Stände f. Locomotiven m. Tender bezw. 4 St. für Tenderlocom.)*	12 000	12 59
3	Desgl. **Bublitz**	Danzig *(Neustettin)*	95	96	entw. bei d. E.-D. Bromberg, ausgef. von Stockfisch		320,5 *274,8* *45,7*	— — —	— *6,63* *4,9*	—	i. M. 6,6 bezw. 3,65	—	—	2045,9	2 *(Ställe)* 2 *(Stände f. Locomotiven mit Tender)*	12 600	12 50
														B. Rechteckige Locomotiv-			
4	Locomotivschuppen auf Bahnhof **Tarnowitz** *(Anbau)*	Kattowitz *(Tarnowitz)*	95	96	entw. v. Stumm, ausgef. von Barschdorf	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 5a.	889,5	—	6,61	—	i. M. 7,0	—	—	5897,4	6 *(wie vor)*	50 000	44 125
5	Desgl. mit Betriebswerkst. auf Bahnhof **Neunkirchen**	St. Johann-Saarbrücken *(Saarbrücken 1)*	94	96	entw. v. Laspe, ausgeführt v. Laspe u. Gafsmann	Siehe nachstehende Abbildung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	197 000	18 182
	a) Locomotivschuppen						2722,7	—	6,8	—	i. M. 7,0	—	—	18514,4	16 *(wie vor)*	—	—
	b) Betriebswerkstatt mit Bureau- u. Aufenthaltsräumen						373,7 *320,2* *53,5*	— — —	— *4,8* *4,53*	—	i. M. 4,9 bezw. 3,7	—	—	1779,8	—	—	—
	c) Innere Einrichtung									—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Nebenanlagen	—								—	—	—	—	—	—	—	—
														C. Ringförmige Loco-			
																a) Fachwerk-	
6	Locomotivschuppen auf Bahnhof **Altenbeken**	Münster *(Paderborn 2)*	96	96	entw. bei d. B.-I., ausgef. von Lorsbach	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 14	527,5	—	6,35	—	i. M. 6,3	—	—	3349,6	4 *(wie vor, bezw. 8 St. f. Tenderlocom.)*	24 000	22 126
																b) Massive	
7	Desgl. **Grottkau** *(Anbau)*	Breslau *(Neisse 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Blunck		151,8	—	9,0	— —	i. M. 7,3 (3,3	— 2,9)	—	1361,7	1 *(Stand f. 1 Tenderlocomotive)*	12 700	10 339
8	Desgl. **Merzdorf**	Breslau *(Hirschberg)*	96	96	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. von Hougen	Anordnung des Locomotivstandes wie bei Nr. 14.	156,5	—	6,60	—	i. M. 7,4	—	—	1047,0	1 *(Stand f. 1 Locom. mit Tender bezw. 2 St. f. Tenderlocomotiven)*	10 000	12 715
9	Desgl. **Celle**	Hannover *(Uelzen)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Recke	Wie vor.	158,2	—	7,9	—	i. M. 7,7	—	—	1249,8	1 *(Stand f. 1 Locomotive mit Tender)*	11 600	10 431
10	Desgl. **Kohlfurt** *(Anbau)*	Breslau *(Görlitz 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Rieken	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 17.	294,5	—	7,8	—	i. M. 7,9	—	—	2297,1	2 *(wie vor)*	17 000	12 305
11	Desgl. **Maltsch**	Breslau *(Breslau 4)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Leschinski	Wie vor.	351,0	—	7,41	—	i. M. 8,0	—	—	2600,9	2 *(Stände f. Locom. mit Tender bezw. 4 St. f. Tenderlocomotiven)*	23 000	18 857

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschließl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn								
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
12 000 — — —	10 009 2 812 (innere Einrichtung) 73 (Abtritt)	41,8	6,3	5004,5 (bezw. 2502,3)	346 bezw. 20,0	28,8 33,9 (eiserne Oefen)	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegelfachwerk	gefugtes Ziegelfachwerk	Pappe	sichtb. Dachverband bezw. Balkendecken	—	Im Locomotivschuppen hölz. Dachstuhl m. 1 Reihe Mittelstiele, schmiedeeiserne Fenster.
12 600	12 589	39,3	6,2	6294,5	275 (eiserne Oefen) bezw. 140 (Kachelöfen)	15,6 123,7	—	—	—	—	—	Feldsteine	„	„	„	„	—	Im Locomotivschuppen Dachstuhl wie vor, Fußboden Kopfsteinpflaster.
schuppen mit Schiebebühne.																		
50 000	44 425	49,9	7,5	7404,2	6390 (Heißwasser-Heizung)	126,3	180 (1 elektrische Bogenlampe)	180,0	499 (4 Hydranten)	124,8	—	Kalkbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	sichtb. Dachverband	—	Schmiedeeis. Fenster, desgl. Dachband a. gußeis. Säul.; durchgeh. Oberlichte in Holzconstruct. Fußboden geriffelte Klinker a. Beton.
— 170 000	— 157 481	— 57,8	— 8,5	— 9842,6	— 3506 (eiserne Oefen)	— 19,0	— —	— —	— 1250 (7 Hydranten)	— 178,6	— —	— Beton	Eisenfachwerk mit Ziegelausmauerung	— gef. Ziegelfachwerk	— Doppelpappdach	— sichtb. Dachverb.	— —	Dachverband wie vor; schmiedeeis. Oberlichte, gußeis. Fenster. Fußbod. Cementestrich auf Beton.
14 000	17 700	47,4	10,0	—	320 (wie vor)	22,0	—	—	357	89,3	—	„	Ziegel	Ziegelrohbau	Werkstatt Doppelpappdach, sonst Holzcement	„	—	In der Werkstätte hölzernes Sheddach, z. Th. auf gußeisernen Säulen; Fenster u. Fußboden wie vor.
7 000	5 147	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—
6 000	7 854	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—
motivschuppen.																		
Bauten.																		
24 000 —	21 072 1 054 (Bauleitung)	39,9	6,8	5268,0 (bezw. 2634,0)	230 (eis. Mantelöfen)	15,6	—	—	350 (2 Hydranten)	175,0	1054 (4,8 %)	Kalkbruchsteine	Ziegel-, 1 Seitenwand Bretterfachwerk	gefugtes Ziegelfachw. bezw. Bretterbekleidung	Doppelpappdach	sichtb. Dachverband	—	Hölzerner Dachstuhl m. 1 Reihe Mittelstiele. Eiserne Fenster. Fußbod. Cementbeton.
Bauten.																		
12 700 —	9 306 1 033 (Gleisanlagen)	61,5	6,8	—	338 (eiserne Oefen)	65,0	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, 1 Seitenwand Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau bezw. gefugtes Ziegelfachwerk	Leistenpappdach	theils sichtbarer Dachv., theils Balkendecken	—	Tiefe Gründung (Pfeiler mit Bogen), in Sp. 8 berücksichtigt. Holz. Dachstuhl wie vor. Fenster und Thor von Schmiedeeisen. — Fußboden im Schuppentheil Feldsteinpflaster.
10 000 — —	11 015 1 000 (Bauleitung) 700 (innere Einrichtung)	70,4	10,5	11 015,0 (bezw. 5507,5)	356 (wie vor)	35,6	—	—	—	—	1000 (7,9 %)	„	„	„	Pappe	sichtb. Dachverband	—	Mit Eisen armirte Polonceau-Dachbinder. — Schmiedeeiserne Fenster.
11 600 —	9 894 540 Gas- und Wasserleitung außerhalb des Schuppens)	62,5	7,9	9894,0	254 (3 eiserne Ofen)	21,7	121	40,3	144 (1 Hydrant)	144,0	—	Bankette Bruchsteine, darüber Ziegel	„	„	Leistenpappdach	„	—	Tiefe Grundmauern, in Sp. 8 berücksichtigt. Hölzerner Dachstuhl, Fenster und Thor von Schmiedeeisen. Fußboden Cementbeton.
17 000	12 305	41,8	5,4	6152,5	242 (Hohenzollern-Ofen)	12,0	—	—	458 (4 Hydranten)	114,5	—	Granitbruchsteine und Ziegel	„	„	Pappe	„	—	Tiefe Grundmauern, in Sp. 8 berücksichtigt. Hölzerner Dachstuhl mit armirten Bindersparren u. Stielen. Thor u. Fenster wie vor. — Die seitliche Ziegelfachwerkwand ist alt.
23 000	18 877	53,8	7,3	9438,5 (bezw. 4719,3)	615 (Hohenzollern-Ofen)	25,2	—	—	505 (1 Hydrant)	505,0	—	Bruchsteine	Vorder- und Eisenconstr., sonst wie bei Nr. 7	„	„	„	—	Eiserne Fachwerk-Dachbinder mit einer Reihe gußeis. Säulen. Thor u. Fenster wie bei Nr. 9. Fußboden hochk. Ziegelpfl.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10) m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 13) nach dem Anschlage ℳ	der Ausführung ℳ
12	Locomotivschuppen auf Bahnhof **Langenschwalbach**	Frankfurt a/M (*Wiesbaden I*)	96	96	Normal-Entwurf, ausgef. von Thomsen	Anordnung der Locomotivstände wie bei Nr. 14.	457,5	—	7,85	—	i. M. 7,3	—	—	3591,4	4 (*Stände für Locomotiven mit Tender*)	45500	45310
13	Desgl. **Ratibor** (*Anbau*)	Kattowitz (*Ratibor I*)	95	96	entw. u. ausgef. v. Korth	Desgl. wie bei Nr. 17.	544,2	—	7,16	—	i. M. 7,6	—	—	3896,5	4 (*wie vor*)	32500	26785
14	Desgl. **Arnstadt**	Erfurt (*Arnstadt*)	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Matthaei		700,0	—	7,7	—	i. M. 7,3	—	—	5390,0	6 (*wie vor*)	54000	42986
15	Desgl. **Eilenburg**	Halle a/S. (*Halle a. S.*)	95	96	entw. bei d. E.-D. Erfurt, ausgef. v. Blumenthal	Anordnung der Locomotivstände wie vor.	864,4	—	6,25	—	i. M. 7,3	—	—	5402,5	6 (*wie vor*)	50000	37200
16	Desgl. **Morgenroth**	Kattowitz (*Kattowitz*)	94	96	entw. bei d. E.-D. Breslau, ausgef. von Zebrowski	Desgl. wie bei Nr. 17	1254,9	—	7,54	—	i. M. 7,9	—	—	9461,3	8 (*wie vor*)	72000	71700
17	Desgl. **Allenstein**	Königsberg i/Pr (*Allenstein I*)	95	96	entw. von Ehrich, ausgef. von Kaiser		1345,3	—	7,4	—	i. M. 7,4	—	—	9955,2	10 (*wie vor*)	112000	96500

IV. Wasser-

A. Wasserthürme mit frei-

Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	von	bis	Name des Baubeamten	Grundrifs	im Erdgeschofs qm	davon unterkellert qm	Höhe d. Umfass.-Mauern m	a. m	b. m	c. m	Höhenzuschlag m	Gesamtrauminhalt cbm	Nutzeinheiten	Anschlag ℳ	Ausführung ℳ
1	Wasserthurm auf Bahnhof **Altenhunden**	Elberfeld (*Siegen*)	95	96	entw. und ausgef. von Philippi	Achteckiger Grundrifs (nach oben verjüngt).	36,0	—	19,1	—	E = 4,17 I = 2,96 II = 2,62 III = 2,6	5,05	—	694,8	115 (*cbm nutzb. Inhalt d. Wasserbehälters*)	14800	11416
	B. Wasserthürme mit um-																
2	Desgl. **Bernburg**	Magdeburg (*Aschersleben*)	94	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Eggers	Achteckiger Grundrifs.	51,0	—	16,0	—	E = 4,25 I = 3,8 II = 2,6	3,09	—	816,0	110 (*wie vor*)	29256	33129
3	Desgl. **Schwerin a. W.**	Posen (*Meseritz*)	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Klotzbach	Kreisförmiger Grundrifs (nach oben verjüngt).	21,2	—	15,0	—	E = 7,93 I = 1,5	3,7	—	318,0	50 (*wie vor*)	29500	22910

Bemerkung: Bei den unter Nr. 3 bis 14 schmiedeeiserne Wasserbehälter nach

JAHRGANG L. 1900. HEFT IV BIS VI.

Das Kaiserhaus in Goslar.

(Mit Abbildungen auf Blatt 20 bis 23 im Atlas.)

Die Bedeutung des Goslarer Kaiserhauses und seine Geschichte.

Von den alten deutschen Kaiserpfalzen, deren Reste von gröfserem oder geringerem Kunstwerthe heute noch sichtbar sind, ist die bedeutendste diejenige zu Goslar, welche unter dem Namen „Das Kaiserhaus“ bekannt ist. Nicht nur der Umfang und die Grofsartigkeit der Anlage, sondern vor allem der Grad der Erhaltung, in welchem das Haus noch auf unsere Tage gekommen ist, begründen diesen Werth. Die sog. Barbarossaburg zu Gelnhausen bildet eine allerdings in künstlerischer und kunstgeschichtlicher Hinsicht aufserordentlich werthvolle, aber dem gänzlichen Verfalle unrettbar entgegensehende Ruine von verhältnifsmäfsig sehr geringen Raumabmessungen. Die hochragende Basaltmauer bei der Stiftskirche Sanct Suitberti zu Kaiserswerth, hart am Rheinufer gelegen, auch von Barbarossa erbaut, birgt landseitig ebenfalls eine Anzahl trümmerhafter Mauern, aus denen sich der Theil einer grofsen, stark befestigten Burganlage mit mehreren grofsen Zimmern, Wehrgängen, Wendelstiege und massigem Thurm mit hochgeführtem Brunnenrohre in der Mitte deutlich erkennen läfst. Kunstformen sind hier jedoch gar nicht mehr vorhanden. Von dem Prachtpalaste Karls des Grofsen zu Ingelheim ist nur die Apsis des grofsen Saales erhalten; die Syenitsäulen desselben zieren das Brunnenhäuschen im Heidelberger Schlosse. An den Aachener Palast desselben Kaisers erinnert nur noch das erhaltene Münster, während die etwa noch vorhandenen Reste des Palastes selbst in dem Rathhause versteckt sind.

Abb. 1.

Das Goslarer Kaiserhaus ist das einzige, welches bis heute unter Dach und Fach geblieben ist und welches nicht nur in der auf dem Stadtplane (vgl. Bl. 23) unschwer herauszuerkennenden Ausdehnung des zu ihm gehörenden Gebietes, sondern auch in den räumlichen Abmessungen des Saales alle anderen Pfalzen übertrifft. Es liegt auf dem höchsten Punkte der Stadt am Fufse des erzreichen Rammelsberges und an dem rechten Ufer der Gose, eines kleinen, zu Mühlzwecken vielfach benutzten Baches, nach welchem die Stadt benannt ist. Diese dehnt sich ostwärts von dem Gebiete der Pfalz aus, ist von letzterer durch die „Abzucht“, einen Wasserlauf, der aus dem Herzberger Thale kommt und nach Aufnahme der Abwässer aus dem Bergwerke in die Gose mündet, getrennt und bildet gewissermafsen die geräumige Vorburg zu der kaiserlichen Hofburg. Man überschaut vom grofsen Saale des Kaiserhauses das ganze in der Ebene belegene Stadtgebiet, sodafs ehedem der ganze Ring der Landwehr, durch Thürme bezeichnet, von dort aus gesehen werden konnte. Jetzt erblickt man nur noch den einzigen derartigen Wartthurm auf dem Sudmerberge, der die Zwischenstation für den Signalverkehr mit der Harzburg gebildet haben mag, da diese nicht unmittelbar vom Saale des Kaiserhauses gesehen wird.

Aufser den baulichen Resten der alten Pfalz erinnern auch die Namen der Königsbrücke, des Hohen Weges und der Königstrafse, welche die Verbindung mit der Stadt herstellen, an die ehemalige Bedeutung dieses Platzes. Von Baulichkeiten, welche aus der Zeit der kaiserlichen Hofhaltung herrühren, sind nur noch zwei Gruppen vorhanden, die Domcapelle, als ehemalige nördliche Eingangshalle des alten Domes St. Simonis und Judae, welche bei dem Abbruche des letzteren im Jahre 1820 erhalten blieb, und das Kaiserhaus mit der St. Ulrichs-Capelle (Bl. 23). Das Kaiserhaus ist das Hauptgebäude der alten Pfalz gewesen, da es den grofsen Saalbau oder vielmehr die zwei über einander liegenden Säle enthielt. Von den Wohngebäuden der kaiserlichen Familie sind nur einige aufgedeckte Grundmauern zwischen dem Kaiserhause und der alten Burgmauer noch übrig geblieben und möglicherweise noch einzelne Bautheile, die bei den Ausgrabungen in der Umgebung des Saalbaues aufgefunden

sind und deren ursprüngliche Bestimmung nicht mehr nachweisbar ist. Einige zum Theil noch hochgeführte alte Mauern befinden sich hinter dem nördlichen Anbau des Saalgebäudes, an einer Stelle, welche auf dem Merianschen Stadtbilde von der Liebfrauen-Kirche eingenommen wird. Es läfst sich jedoch aus der Form und Lage der vorhandenen Mauerreste nicht mit Gewifsheit erkennen, dafs diese Reste einem kirchlichen Gebäude angehört haben. Zur Zeit der Wiederherstellungsarbeiten ist noch ein gröfseres Schuppengebäude hinter dem Kaiserhause vorhanden gewesen, dessen Grundmauern möglicherweise auch ehedem einem kaiserlichen Gebäude angehört haben. Diese aufgefundenen Baureste in Verbindung mit den Spuren früherer Thüranlagen in der Westmauer des Saalbaues machen es unzweifelhaft, dafs der jetzt von Gartenanlagen eingenommene Platz westlich vom Kaiserhause ursprünglich mit Gebäuden mannigfacher Art besetzt gewesen ist, welche mit dem Saalbau in enger Beziehung standen und wahrscheinlich die Wohngemächer des Kaisers und seiner Familie enthalten haben.

Zu verschiedenen Zeiten, theils gelegentlich, theils planmäfsig ausgeführte Nachgrabungen auf dem Gelände, das sich östlich vom Saalbau nach dem jetzigen Exercirplatze erstreckt, wo ehemals der Dom nebst den Curiengebäuden stand, haben ergeben, dafs in der Nähe des Saalbaues eine Terrasse nebst Treppenanlagen sich befand, und dafs auf der südlichen Seite dieses Geländes ein vielräumiges, mit ausgedehnten Kelleranlagen versehenes Gebäude sich erhob. Von der Nordostecke dieses Gebäudes erstreckte sich eine Mauer in östlicher Richtung bis zum Domplatze und bildete, dort im stumpfen Winkel nach Norden kehrend, die östliche Grenze des sog. Kaiserblockes. Am nördlichen Ende dieser Mauer, unweit der Stelle, wo die zweithürmige Westfront des Kaiserdomes sich erhob, stiefs man auf einen kreisrunden, gemauerten Schacht von 3 m Durchmesser und 7 m Tiefe, dessen Inhalt anscheinend aus allerhand Abfallstoffen zusammengesetzt war und einen unangenehmen Geruch verbreitete. Die erwähnte Treppenanlage ist zum Theil noch sichtbar, indem zwei Stufen derselben, welche an Ort und Stelle liegen geblieben sind, die untersten Stufen des südlichen Armes der Freitreppe auf dem Kaiserbeete bilden (vgl. Lageplan Bl. 23). Oestlich vor dem jetzigen nördlichen Wohnflügel hat man die Ecke eines Gebäudes freigelegt, vermuthlich den Rest des auf dem Merianschen Stadtbilde dargestellten Neuen Jesuiten-Collegiums. Freilich ist dies Gebäude auf dem Bilde hinter dem Kaiserhause und zwar als Fortsetzung der Liebfrauen-Kirche gezeichnet. Es ist jedoch unmöglich, dafs auf dem etwa 40 m tiefen Platze zwischen der alten Treppe und der Burgmauer aufser der zweithürmigen stattlichen Liebfrauen-Kirche auch noch ein umfangreiches Collegiengebäude gestanden hat. Die eben genannte Treppe führt von einem tief gelegenen Hofraume, der den nördlichen Wohnflügel auf der Nord- und Westseite umgiebt, in sehr flacher Steigung mit 35 Stufen zum jetzigen Garten hinauf und durchbricht im unteren Drittel die starke Futtermauer, welche den tief gelegenen Hof gegen das höher liegende Gelände begrenzt. Die Oeffnung ist mit einem niedrigen, schrägleibigen Rundbogen geschlossen. Offenbar hat diese Treppe, welche wegen ihrer Breite von 2,8 m nicht zu Wirthschafts- oder häuslichen Zwecken gedient haben kann, den Hauptzugang zu der Liebfrauen-Kirche gebildet. — Zwischen der Ulrichs-Capelle und dem Kaiserhause ist das Fundament eines Treppenthurmes unmittelbar neben dem vorhandenen Treppenthurm und in ähnlichen Gröfsenabmessungen, wie dieser, nur mit stärkerem Spindelkerne, aufgedeckt. Die Treppe führt etwa $1^1/_2$ m unter das jetzige Gelände hinab. Das Mauerwerk dieses Thurmes steht im Zusammenhange mit weit über die Umfassungsmauern der Ulrichs-Capelle hinausgerückten und vielfach abgestuften, massigen Grundmauern, auf denen die Ulrichs-Capelle errichtet ist. Diese auffallend starke und auch innen vollständig ausgemauerte Fundamentmasse (vgl. Abb. 3 Bl. 21 und Lageplan Bl. 23) kann unmöglich den Zweck gehabt haben, nur dem kleinen Capellengebäude als Unterlage zu dienen. Die Verbindung mit dem alten Treppenthürmchen deutet vielmehr darauf hin, dafs sie bestimmt gewesen ist, einen Thurm zu tragen, oder dafs sie ehedem wirklich einen solchen getragen hat. Unweit dieser Reste fanden sich noch kleinere Trümmer von Grundmauern, die auf dem Lageplane verzeichnet sind. Ein Stück derselben, die Ecke eines Gebäudesockels darstellend, ist noch an der neu hergestellten Terrassenmauer südlich von der südlichen Freitreppe sichtbar. Zwischen diesen kleinen Mauertrümmern und der oben erwähnten aufgedeckten Wendeltreppe fand sich in etwa $1^1/_2$ m Tiefe unter dem jetzigen Gelände eine 1 mm starke weifse Schicht, welche sich gleichmäfsig und wagerecht, wie auf einem geebneten Fufsboden, ausbreitete. Es ist die Annahme nicht ausgeschlossen, dafs die weifse Schicht eine durch den Druck des Bodens zusammengeprefste Aschenlage ist und von einem Brande herrührt. Es ist nun nicht wahrscheinlich, dafs östlich von dem Saalbau noch andere Gebäude errichtet gewesen sind, welchen diese kleinen Mauertrümmer und der Treppenthurm angehört haben können. Dagegen steht der Annahme nichts entgegen, dafs wir in diesen geringen Mauerresten die letzten Ueberbleibsel desjenigen kaiserlichen Wohngebäudes besitzen, welches vor der Erbauung des jetzt noch vorhandenen grofsartigen Palastbaues bestanden hat, von Kaiser Heinrich II. erbaut war und in den Urkunden als Villa regia bezeichnet wird. Damit würden das mächtige Thurmfundament und die Reste der Wendeltreppe örtlich sehr gut zusammen stimmen.

Aufser den erwähnten Mauerfunden ist in der weiteren Umgebung des Kaiserhauses durch Ausgrabungen nichts zu Tage gefördert worden, was auf die Lage und Gestaltung der sonstigen Nebengebäude, welche zur kaiserlichen Burganlage gehörten, Aufschlufs geben könnte. Es läfst sich jedoch aus den geschilderten Funden und der Lage des Saalbaues und des Domes in Verbindung mit dem Zuge der Stadtmauern und der Wasserläufe mit ziemlicher Sicherheit die Annahme rechtfertigen, dafs das Gebiet der kaiserlichen Pfalz zu Goslar sich in einer Länge von etwa 550 m und einer durchschnittlichen Breite von 250 m erstreckte einerseits von der alten Stadt- oder Burgmauer westlich vom Kaiserhause bis herunter nach dem Zwingerthurm und anderseits von der am Fufse des Rammelsberges sich hinziehenden alten Stadtmauer bis zum Laufe der Abzucht. Auf diesem Gebiete liegt das Kaiserhaus an der höchsten Stelle in der südwestlichen Ecke; vor dem Kaiserhause dehnte sich ungefähr in der jetzigen Gröfse das Kaiserbeet oder Kaiserbleek aus, welches auf der südlichen Seite von Gebäuden begrenzt

wurde, die den in der nächsten Nähe des Kaisers beschäftigten Beamten zur Wohnung dienten oder wichtige Verwaltungsräume enthielten. Ob der Platz auch auf der nördlichen Seite in ähnlicher Weise begrenzt wurde, ist ungewifs. es, wie aus den obigen Ausführungen hervorgeht, noch vollständig an den allernothwendigsten Unterlagen.

Fast noch dürftiger als die steinernen Zeugnisse von der ehemaligen Kaiserpfalz sind die geschriebenen Urkunden,



Abb. 2. Das Kaiserhaus nach der Wiederherstellung.

Oestlich an das Kaiserbeet schlofs sich der Domplatz mit der Domkirche und den Gebäuden für die Stiftsgeistlichen an, die mit einer besonderen Mauer umgeben waren. Auf dem ganzen übrigen Gelände, etwa $^3/_4$ des ganzen Gebietes der Pfalz, war noch reichlicher Raum für die sonst noch erforderlichen Gebäude für Lagerhäuser, Werkstätten und Fremdenherbergen zur Unterbringung der geistlichen und fürstlichen Gäste nebst deren zahlreichem Gefolge. Die in dem Führer durch Goslar enthaltene „Ansicht der ehemaligen Kaiserpfalz in Goslar" ist dem Abdrucke eines von dem verstorbenen Herrn Geheimen Baurath Cuno gehaltenen Vortrages entnommen und von diesem nur zur Veranschaulichung des muthmafslichen Aussehens der Kaiserpfalz dargestellt gewesen und soll keinezwegs einen auf Grund örtlicher Untersuchungen aufgestellten ernstlichen Wiederherstellungsentwurf bedeuten. Zu einem solchen fehlt



Abb. 3. Zustand 1872.

aus denen sich Aufklärungen über ihre Baugeschichte entnehmen liefsen. Es würde hier zu weit führen, wenn die Bedeutung der einzelnen urkundlichen Nachrichten für die Geschichte der Kaiserpfalz Goslar eingehend erörtert werden sollte, zumal diese Aufgabe in dem von dem Herrn Oberlandesgerichtsrath Georg Bode bearbeiteten Urkundenbuche der Stadt Goslar in sehr klarer und fafslicher Weise gelöst ist. Nur diejenigen Nachrichten, welche auf das Alter einiger wichtiger Bestandtheile der Pfalz ein Licht werfen, seien hier erwähnt und in allgemeinen Umrissen die Entwicklung der Pfalz hingestellt.

Vor Goslar war Werla, zwischen Schladen und Börssum auf hohem Ufer der Oker gelegen, kaiserliche Pfalz und der Verwaltungsmittelpunkt für die ausgedehnten königlichen Domänenländereien und Forsten. Schon Heinrich I. (919 bis 936) legte 922 in Goslar einen gröfseren Wirthschaftshof

an, vermuthlich um für die Harzjagden ein näheres Unterkommen, als Werla ihm gewährte, zu haben. Unter Otto I. (936 bis 973) werden die Erzlager im Rammelsberge entdeckt, was die Einwanderung fränkischer Bergleute und die Entstehung eines Marktes in Goslar zur Folge hat. Die Gründung und der Ursprung des Ortes Goslar selbst ist dunkel. Otto II. (973 bis 983) stellte die erste von Goslar datirte Urkunde im Jahre 979 aus; damals ist dort also schon ein Hof zur Aufnahme des Kaisers mit Gästen und Gefolge gewesen. Otto III. (983 bis 1002) läfst im Jahre 1001 durch den Bischof Bernward von Hildesheim die Gebeine zweier Heiligen nach Goslar bringen, wahrscheinlich in die damals schon vorhandene Hofcapelle. Es ist nicht durchaus unmöglich, dafs dieses schon die Ulrichs-Capelle war, da Bischof Ulrich 993 heilig gesprochen wurde. Wahrscheinlicher ist es aber, dafs diese Capelle erst unter dem Nachfolger, Heinrich II. (1002 bis 1024) erbaut wurde, der in Goslar eine „Villa regia“ erbaute und damit die Goslarer Pfalz von Werla ablöste, auch mehrmals und längere Zeit daselbst verweilte, wichtige Regierungsgeschäfte im Beisein zahlreicher geistlicher und fürstlicher Persönlichkeiten erledigte und eine wichtige Synode unter dem Vorsitz des Bischofs Bernward über die Priesterehe abhielt „in consistorio regali Goslare praeminenti, in aeclesia scilicet australi lateri eodem adherente.“ Hierunter kann nur die Ulrichs-Capelle verstanden sein.

Die Gemahlin Konrads II. (1024 bis 1039), Gisela, liefs durch Bischof Godehard von Hildesheim eine neue Kirche „in curte regali“ erbauen. Dieses ist die Liebfrauen-Kirche auf der Anhöhe, welche noch jetzt den Namen Liebfrauenberg führt. — Hieraus darf man schliefsen, dafs, da die Kaiserin ihre eigene Kirche im Zusammenhange mit den von ihr bewohnten Gemächern wird angelegt haben, diese sich in dem nördlichen Flügel des Kaiserhauses befanden, während die Wohngemächer des Kaisers an der Stelle der jetzt so genannten Kemenate in der Nähe der Ulrichs-Capelle lagen oder richtiger den Raum zwischen dieser und dem Saalbau ausfüllten. Das oben erwähnte Schuppengebäude, welches hinter dem Kaiserhause zwischen diesen zwei getrennten Wohnflügeln gestanden hat, enthielt vermuthlich Stall- und Wirthschaftsräume, welche zum unmittelbaren Privatgebrauche der kaiserlichen Familie bestimmt waren, und schlofs somit den engeren Hofraum nach Westen ab, der im Norden und Süden durch die getrennten kaiserlichen Wohnflügel begrenzt wurde.

In der geschilderten Weise hatte sich die neue Kaiserpfalz durch Neubauten, Um- und Anbauten allmählich ausgedehnt und war zu einem geräumigen und bequemen kaiserlichen Wohnsitze ausgebaut worden. Aber die ganze Anlage entbehrte deshalb der Einheitlichkeit und der Grofsartigkeit. — Da fafste Heinrich III. (1039 bis 1056) den Plan, Goslar zur bevorzugten Residenz zu machen. Nicht mehr sollte der kaiserliche Hof nur zu kurzem Aufenthalt hier weilen, um vorübergehend hauptsächlich örtliche Regierungsgeschäfte zu erledigen, sondern Goslar sollte zum dauernden Wohnsitz des Kaisers erhoben werden. Dazu genügte die bisherige Anlage, die nach Bedarf durch allmähliche Vergröfserungen aus kleinen Anfängen sich entwickelt hatte, keinesfalls. Wo sollten die grofsen Reichsversammlungen abgehalten werden, zu denen aus ganz Deutschland die geladenen Fürsten und Geistlichen zusammenströmten, wo deren gewaltiges Gefolge Platz finden? Auch bedurfte der Kaiser an seinem ständigen Wohnsitze einer Anzahl wohlgeschulter und schriftkundiger gelehrter Beamten, wie solche nur unter der Geistlichkeit in den Stiften zu finden waren. — So fafste er denn den grofsartigen Plan, in Goslar selbst ein grofses geistliches Stift zu gründen und zur Abhaltung der Reichstage ein würdiges, stattliches Palastgebäude zu errichten. Zur Verwirklichung dieser kühnen Gedanken fand er den genialen Meister in Benno, der, in der Klosterschule zu Hirschau erzogen, der bedeutendste Baumeister in jener Zeit war und durch die Erbauung des Kaiserdomes und des kaiserlichen Palastgebäudes in glänzendster Weise die Pläne seines kaiserlichen Bauherrn zur Ausführung brachte. Es ist anzunehmen, dafs Benno nicht nur diese beiden Hauptgebäude errichtete, welche dem ganzen Gebiete der Pfalz ihr bleibendes architektonisches Gepräge verliehen, sondern dafs er in übereinstimmender Weise auch die Nebenbaulichkeiten, namentlich diejenigen in der Umgebung des Kaiserbeetes, einheitlich gestaltete und auf diese Weise einen Ehrenhof von grofsartigster Wirkung schuf.

Wenn auch infolge von Bränden Einzelheiten an dem Saalbau in späterer Zeit verändert und hinzugefügt sind: im grofsen Ganzen haben wir in dem vorhandenen Kaiserhause die Schöpfung Bennos zu sehen, dessen Geist aus den mächtigen Bogenreihen der Ostfront noch heute jeden Beschauer anspricht. Auch die eigenartig entworfene Ulrichs-Capelle, welche in kühner Bauweise ein geräumiges Achteck über einem engen kreuzförmigen Untergeschofs enthält, rührt in ihrer Hauptform wohl noch von Meister Benno her.

Zur Einweihung der neuen Bauten lud Heinrich III. als höchsten Gast den Papst Victor II. ein und beschlofs mit den glänzenden Festen, welche er diesem zu Ehren veranstaltete, seine für Goslar so überaus folgenreiche Regierungszeit, denn noch im Beisein des Papstes starb er auf einem Jagdausfluge in die Harzberge.

Obwohl die Goslarer Pfalz von den nächsten Nachfolgern, Heinrich IV. (1056 bis 1106) und Heinrich V., bevorzugt und noch bis zum Jahre 1253 von den Kaisern zeitweilig besucht wurde, haben umfangreiche, einschneidende Aenderungen der grofsartigen Bauanlage selbst infolge mehrerer Brände nicht stattgefunden. — Ein grofser Brand im Jahre 1289 hat wahrscheinlich die Wohngemächer gänzlich und den Saalbau derartig zerstört, dafs man eine umfassende Instandsetzung vornehmen mufste. Aus dieser rühren wahrscheinlich die Fenstersäulen mit den roh gearbeiteten Capitellen her, vielleicht auch die spitzbogigen Tonnengewölbe im Untergeschofs und die grofsen Strebepfeiler an der Ostseite. Die Holzpfeiler nebst den Kopfbändern (Text-Abb. 4 u. 5), welche die Decke des Saales tragen, lassen wegen der Form ihrer Verzierungen und wegen des angebrachten zweiköpfigen Reichsadlers neben dem einköpfigen Goslarschen Adler auf das 15. Jahrhundert als Entstehungszeit schliefsen, in welcher das Kaiserhaus im Besitz der Stadt war.

Von der Stadt wurde das Kaiserhaus zunächst als Gerichtshaus, in der Folge zu den verschiedenartigsten Zwecken, u. a. auch als Schauspielhaus benutzt. Die letzte Verwendung vor der Wiederherstellung war die als Erzlager und Korn-

speicher, und für diesen Zweck ist 1556 der nördliche Flügel angebaut, der 1822 instand gesetzt ist. Die Liebfrauen-Kirche bestand bis zum Jahre 1714, in welchem sie einstürzte. Bis in unser Jahrhundert hinein hat sie noch als Ruine gestanden und ist dann nach und nach verschwunden. Die Ulrichs-Capelle wurde schon im 14. Jahrhundert als Gefängnifs benutzt und diente als solches unter dem Namen „der Ulrich" bis zur Wiederherstellung 1846. In demselben Jahre wurde auch die erste Anregung zur Wiederherstellung des Kaiserhauses gegeben. Der Zustand und das Aussehen des Gebäudes hatten sich im Laufe der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts erheblich verschlechtert. Auf einer Zeichnung aus dem Jahre 1810, von Mithoff im Archiv für Niedersachsens Kunstgeschichte veröffentlicht, sieht man noch die vollständig erhaltene Bogenstellung aller Saalfenster einschliefslich des grofsen Bogens im mittleren Giebel. Auf der in demselben Werke dargestellten Zeichnung vom Jahre 1854 fehlen bereits dieser Bogen und fast die ganze südliche Fensterreihe des Saales, und die fehlenden Theile sind durch dürftiges Fachwerk ersetzt, auch sind in rohester Weise überall nach Bedarf kleine rechteckige Lukenöffnungen für die im Innern des Saales eingerichteten Kornböden eingebrochen. Und doch ist es fast als ein Wunder anzusehen, dafs dieses Haus, wenn auch in so unwürdigem Zustande, bis zum Wiedererwachen des Kunstsinnes und der Werthschätzung nationaler Denkmäler überhaupt erhalten geblieben ist. Es ist dem heutigen, in der Achtung alter Kunstwerke und Bauten grofsgewordenen Geschlechte geradezu unverständlich, in welcher Weise in den 30 Jahren von 1810 bis 1840 und noch länger auch in Goslar mit den Alterthümern werthvollster Art aufgeräumt wurde. Auf einem noch vorhandenen Stadtplane der Stadt Goslar vom Jahre 1802, unter preufsischer Herrschaft gefertigt, finden sich der Dom nebst den Curien, die Brüdernkirche mit den zugehörigen Klostergebäuden, die Thomas-Capelle, Ottilien-Capelle und sämtliche Thore der Stadt mit den zahlreichen Thürmen noch vollständig verzeichnet. Welche Unzahl von kunstgeschichtlich werthvollen Bürgerhäusern und ihrer ursprünglichen Bestimmung entfremdeten öffentlichen Gebäuden aufserdem noch vorhanden war, die nicht aus dem Plane ersehen werden können, läfst sich ahnen, wenn man die urkundlichen Angaben über den Bestand an geistlichen Gebäuden aus der Blüthezeit Goslars im 16. Jahrhundert damit vergleicht. Erklärlich wird die Verschleuderung der Alterthümer durch die wirthschaftliche Nothlage der Stadt, welche es ihr zur Unmöglichkeit machte, die in ihrem Besitze befindlichen öffentlichen Gebäude auch nur nothdürftig instand zu halten, geschweige denn wiederherzustellen. Man ergriff gern jede Gelegenheit, um aus dem Verkaufe solcher für die damalige Zeit völlig werthlos erachteter Gebäude, die nur den Stadtsäckel beschwerten, wenigstens etwas Materialwerth herauszuschlagen. Damals gingen auch fast alle noch vorhandenen Befestigungswerke in Privatbesitz über.

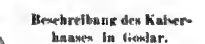
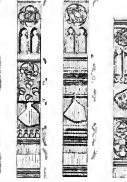
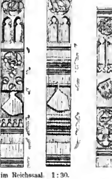
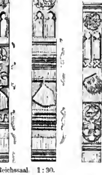
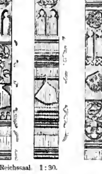






Abb. 4. Alte Kopfbänder im Reichssaal. 1 : 30.

Abb. 5. Altes Kopfband im Reichssaal.

Bevor nun die Inangriffnahme der Wiederherstellung des Kaiserhauses, die Vorverhandlungen über den Ankauf desselben durch die Staatsverwaltung und die Arbeiten der Wiederherstellung selbst geschildert werden, möge eine Beschreibung des gegenwärtigen Zustandes des Gebäudes Platz finden.

Beschreibung des Kaiserhauses in Goslar.

1. Bestandtheile des Kaiserhauses. Das Kaiserhaus in Goslar besteht in seiner gegenwärtigen Gestalt aus dem Saalbau, Pallas, mit dem daranschliefsenden nördlichen Wohnflügel, dem östlichen Treppenanfang und dem südlichen Vorsaal, aus der Ulrichs-Capelle und aus dem zwischen dieser und dem Vorsaal belegenen Verbindungsbau. Ferner gehören zum Kaiserhause, abgesehen von den im Laufe der Zeit hinzugekauften benachbarten Grundstücken in der Umgebung, die Freitreppen- und Terrassenanlage auf der Ostseite mit dem von Böschungsmauern eingefafsten Turnierplatz und die nördliche Terrasse mit dem steinernen Springbrunnen.

2. Der Saalbau. Der Saalbau enthält zwei Geschosse. Das untere Geschofs (Abb. 3 Bl. 21), von Oberkante des unteren Fufsbodens bis Oberkante Saalfufsboden 5,20 m hoch, ist in sieben durch die ganze Tiefe des Baues reichende Räume getheilt, die mit Ausnahme des mit einer Balkendecke versehenen breiteren Mittelraumes mit spitzbogigen Tonnengewölben aus Bruchsteinen überdeckt sind (Abb. 1 Bl. 22). Diese sieben Abtheilungen sind durch Thüröffnungen verbunden und theils mit Sandsteinplatten, theils mit Schieferplatten gepflastert. In dem Fufsboden ist durch röthliche Platten die Lage der alten Heizcanäle bezeichnet, welche bei der Aufgrabung des Bodens aufgefunden wurden. Im vorletzten Raume der Nordhälfte und dem gleichen der Südhälfte ist je ein Ofen der Luftheizung des Saales eingebaut. Zur Erhellung der Räume dienen kleine viereckige Fenster in der östlichen und westlichen Aufsenwand. Der Zugang findet von Osten im Mittelraume statt. Aufserdem führt eine kleinere Ver-

bindungsthür mittels Treppe vom nördlichsten Raume zum Kellergeschofs des anschliefsenden Wohnflügels hinab und eine zweite Thür vom südlichsten Raume in die unter dem Vorsaal belegene Durchfahrt. Vom nördlichsten Raume führt ferner noch eine Thüre in der Westwand in den hinter dem Kaiserhaus belegenen Hofraum. Die Balkendecke des mittleren Raumes ist durch zwei Unterzüge, die von je zwei hölzernen Stützen mit Kopfbändern getragen werden, unterstützt. Dieser Raum hatte vor der letzten Wiederherstellung ebenfalls wie die anderen Räume des Untergeschosses ein spitzbogiges Tonnengewölbe. Nach Abbruch desselben kamen an den zwei Widerlagswänden je drei grofse Rundbögen zu Tage, die aus Sandsteinquadern hergestellt sind, während die Tonnengewölbe aus unregelmäfsigen Grauwacke- und Schieferstücken auf einer Holzschalung gefertigt und mit Kalkmörtel von obenher vergossen sind. Auf der Unterseite der Gewölbe sind noch die Abdrücke der Schalbretter in dem Kalkmörtel zu erkennen.

Das obere Geschofs des Saalbaues (Abb. 2 Bl. 20) enthält nur den grofsen Reichssaal von ungefähr 15 m Tiefe und etwa 47 m Länge. Der Fufsboden besteht aus Gipsestrich und ist in einfachster Weise gemustert und eingetheilt; der mittlere Theil mit übereck gestellten Schachbrettfeldern, daneben nördlich und südlich je zwei rechteckige Felder mit einfassenden dunklen Streifen. An Farben sind nur ein dunkles Grau und Weifs angewandt. Die Decke des Saales ist eine flache Balkendecke, welche in der Mitte von einem quergelegten und aus Brettern hergestellten Tonnengewölbe unterbrochen und durch einen auf sechs hölzernen Stützen mit Kopfbändern ruhenden Unterzug unterstützt wird (Abb. 4 Bl. 21 und Abb. 1 Bl. 22). An den als Auflager des mittleren Tonnengewölbes dienenden Balken endet der Unterzug. Die Auflagerbalken sind durch je vier Kopfbänder unterstützt, die äufsersten derselben setzen unmittelbar an die massiven Pfeilervorlagen der Ostwand und die Halbsäulen der Westwand an. Alle Kopfbänder zeigen auf der Unterseite geschnitzte Verzierungen in gothischen Formen und waren schon vor der letzten Wiederherstellung vorhanden (Text-Abb. 4 und 5). Alles Holzwerk der Decke und der Stützen ist jetzt mit zum Theil reicher Bemalung in Oelfarben versehen. Einen bemerkenswerthen Theil des Schmuckes bilden die Wappen der zum deutschen Reiche gehörigen Staaten und freien Städte, welche, auf abnehmbaren Holzschilden gemalt, an den Pfeilern und am unteren Rande des Tonnengewölbes angebracht sind. Das Material der Deckenbalken und der Stützen ist Fichtenholz, dasjenige der Kopfbänder Eichenholz.

Die Ostwand des Saales (Abb. 2 Bl. 22) ist vollständig in Bogenstellungen aufgelöst, deren rundbogige Oeffnungen mit geschliffenen Spiegelglasscheiben in eisernem Rahmen- und Sprossenwerk verglast sind, sodafs dem Saale eine überreiche Lichtmenge zugeführt wird. An jeder Seite befinden sich neun Fensteröffnungen zu je drei gruppirt. Das Mittelfeld enthält unten drei gröfsere rundbogige Oeffnungen und darüber im Schildbogen des Tonnengewölbes drei kleinere der Art. Die drei Oeffnungen einer Gruppe sind durch je zwei Sandsteinsäulen getrennt, welche durchweg verschieden geformte Capitelle zeigen. Bis auf je eine südlich und nördlich am Mittelfelde befindliche achteckige Säule haben alle Säulen runde glatte Schäfte. Die übrigen Wände des Saales haben keine Fensteröffnungen. Zwei spitzbogige Thüren in der Südwand und in der Nordwand bilden den Zugang zum Saal. Die nördliche Thür stellt die Verbindung mit dem Wohnflügel her, die südliche bildet den Hauptzugang vom Vorsaal aus. Vor der Mitte der westlichen Längswand befindet sich ein um sieben Stufen erhöhter Thronplatz von der ganzen Breite des Mittelraumes und auf dieser der alte Kaiserstuhl des Domes aus Sandstein mit Rücken- und Seitenlehnen aus Bronce.

Alle Wandflächen zeigen einen reichen malerischen Schmuck vorwiegend geschichtlichen Inhaltes. Das grofse Mittelbild der Westwand (Abb. 1 Bl. 22) über dem alten Kaiserstuhle versinnbildlicht in einer aus Geschichte, Sage und freier Phantasie gemischten Darstellung die Wiederaufrichtung des deutschen Reiches durch Kaiser Wilhelm I. Die drei Hauptbilder südlich davon nebst den zugehörigen kleineren Zwischenbildern in drei Abstufungen farbiger Behandlung haben die Kämpfe der deutschen Kaiser mit der geistlichen Macht, insonderheit der Päpste zum Gegenstande, die nördlichen Bilder in gleichartiger Weise das Ringen der Kaiser mit der Macht der deutschen Fürsten um Anerkennung der Oberhoheit. Das grofse Bild auf der westlichen Hälfte der Südwand (Abb. 4 Bl. 21) zeigt Karl den Grofsen im Bekehrungskampfe mit den Sachsen, das entsprechende Bild der Nordwand Karl V. auf dem Reichstage zu Worms mit Luther im Vordergrunde. Ueber den Fenstern der Ostwand (Abb. 2 Bl. 22) sind in den Bogenzwickeln Scenen aus dem Märchen von Dornröschen gemalt und dazwischen in den Schildbögen über den Fenstergruppen Stimmungsbilder aus der Natur im wachen Zustande des Sommers und im Schlafzustande des Winters. Die grofsen Bildflächen der Schmalwände zeigen südlich den Anfang zum Märchen von Dornröschen, nördlich das Erwachen Barbarossas im Kyffhäuser. Die Gemälde sind durch reiches gemaltes Rahmenwerk gegliedert und eingefafst und in Oelfarben auf glattgespachteltem Putzgrunde hergestellt und auf der Westwand mit mattem Lack überzogen, damit die Blendung der Fenster nicht den Beschauer stört.

Zur Erwärmung des Saales dient eine Luftheizung, deren Ein- und Ausströmungsöffnungen im Fufsboden angebracht und mit gufseisernen Gittern abgedeckt sind. Längs der Fensterwand ist im Boden eine Sandsteinrinne zur Abführung des herablaufenden Schweifswassers angelegt.

3. Der Vorsaal (Abb. 2 Bl. 20 u. Abb. 1 Bl. 22). Südlich an den Reichssaal schliefst der Vorsaal an, eine Art Wandelhalle, von gleicher Höhe wie der grofse Saal, mit flacher einfach bemalter Balkendecke, schlichtem Wandanstrich und Gipsestrichfufsboden mit übereck liegender Fliesentheilung. Der Raum wird durch ein grofses dreigetheiltes Fenster an der Westwand erleuchtet und öffnet sich mit einem grofsen Rundbogen auf der Ostseite nach dem Austritt des zweiarmigen Freitreppenaufganges. Ueber dem Rundbogen sind dicht unter der Decke in den Ecken noch zwei kleine Rundbogenfenster angebracht, so weit es der Dachanschlufs des Treppenvorbaues gestattete. Zum grofsen Saal führt eine spitzbogige zweiflüglige Thür und in der gegenüberliegenden Längswand eine kleinere einflüglige mit geschmiedetem Beschlage nach dem Verbindungsbau.

Der Treppenvorbau hat nördlich und südlich je eine rundbogige Ausgangsthür zu den zwei Freitreppen. Die

nördliche Thür hat einen gewöhnlichen Verschlufs mit Druck- und Schliefsschlofs, die südliche ist auf die ursprüngliche Art mit vorzuschiebendem Schliefsbalken und Holzkeilen verrammelt, indem die vorgefundenen Wandlöcher, welche den Schliefsbalken in ganzer Länge aufnehmen, wieder benutzt sind. Die Erleuchtung des Treppenvorraumes, welche gleichzeitig auch dem Vorsaal zu gute kommt, geschieht durch zwei mit je zwei zierlichen Theilungssäulchen versehene Fenster, die durch geschliffene Spiegelglasscheiben in eisernem Rahmenwerk geschlossen sind.

4. Der Verbindungsbau. Unmittelbar an der Thür vom Vorsaal liegt der neuerbaute steinerne Treppenthurm, in welchem eine Wendeltreppe von unten bis zum Dachboden hinaufgeht, und der dazu dient bei Feuersgefahr auch von dieser Seite her das Löschungswerk zu ermöglichen. Der west-östlich gerichtete Flügel dieses schmalen Verbindungsganges hat vier zu zweien gekuppelte rundbogige Fensteröffnungen in der Südwand, die durch Holzläden mit eingelegten kleinen bleiverglastes Lichtöffnungen geschlossen sind. Der nord-südlich gerichtete Flügel öffnet sich in zwölf zu je dreien gruppirten offenen Rundbögen nach Osten. Die Gruppen sind durch starke, mit Ecksäulchen versehene Pfeiler, die Oeffnungen innerhalb der Gruppen durch zierliche Sandsteinsäulen mit verschieden gestaltetes romanischen Capitellen getrennt. Die westliche Rückwand dieses Flügels ist nur durch ein kleines rundbogiges Fenster durchbrochen und sonst mit teppichartig gemusterter Wandmalerei versehen. Der Fufsboden ist mit gebrannten Thonfliesen belegt, die Decke besteht aus gehobelten Schalbrettern mit Fugenleisten und Oelfarbenanstrich.

5. Die Ulrichs-Capelle. An den Verbindungsgang schliefst sich südlich unmittelbar der Treppenthurm der Ulrichs-Capelle an. Einige Stufen führen zum Obergeschofs der Capelle hinauf, welches achteckig ist und an der Ostseite eine mit einer Halbkuppel überdeckte Apsis hat (Abb. 1 u. 2 Bl. 21). Die Umfassungswände sind rundbogig genischt und haben je ein über der Kämpferhöhe ansetzendes kleines rundbogiges Fenster mit rundscheibiger Bleiverglasung. Die Apsis hat drei ebensolche Fenster, jedoch unter dem Kuppelansatz liegend und mit niedrigen Brüstungen. In der Mitte des Raumes befindet sich im Fufsboden eine quadratische Oeffnung von einer Sandsteinbrüstung umgeben. Die Eckpfosten dieser Brüstung tragen vier romanische Sandsteinsäulen mit Blattcapitellen, welche zur Unterstützung der flachen Balkendecke dienen. Durch Vermittlung von Kopfbändern, die nach dem Vorbilde der zwei Wandsäulen im Saale unmittelbar von den Säulenschäften ausgehen, ist in der Decke über der quadratischen Fufsbodenöffnung ein Achteck gebildet, über welchem eine mit farbigen Fenstern und achteckiger Holzkuppel versehene Laterne in den Dachraum sich erhebt.

In das untere Geschofs gelangt man auf der vorhin erwähnten Wendeltreppe. Dies Geschofs hat eine kreuzförmige Gestalt, welche in eigenartiger Weise mittels äufserer Trompeten- oder Tubengewölbe in das Achteck des oberen Geschosses übergeführt ist. Die Kreuzarme endigen in halbrunden Nischen, von denen jedoch nur diejenige des östlichen Armes auch nach aufsen als volle Apsis kenntlich ist und die Apsis des Obergeschosses trägt. Der nördliche Kreuzarm hat aufserdem noch im Osten und Westen kleine Nebenapsiden, der südliche eine solche nach Osten. Die östlichen Nebenapsiden sind auch äufserlich in flach vortretenden Rundungen kenntlich und tragen dazu bei, den Steinschnitt der Gewölbequadern in den vorhin erwähnten Trompetengewölben noch verwickelter zu machen. Zehn kleine rundbogige Fenster mit gleicher Verglasung wie diejenige des oberen Geschosses erhellen den an ein Grabgewölbe erinnernden eigenthümlichen Raum.

In der Mitte desselben unter der quadratischen Deckenöffnung befindet sich jetzt das steinerne farbigbemalte Grabdenkmal Kaiser Heinrichs III., eine liegende Figur über Lebensgröfse mit den Abzeichen der königlichen Würde und einem schwarz und weifs gefleckten Hunde zu den nach Osten gerichteten Füfsen. Der Grabstein ruht auf einem steinernen neugefertigten Sockel, welcher im Innern die Ueberreste des Herzens des Kaisers in einer metallenen Kapsel birgt. Diese „Intestina" und der Grabstein befanden sich ehemals in dem 1820 abgebrochenen Dome zu Goslar. Im südlichen Kreuzarm führt eine innen mit einem Eisengitter versehene Thür unmittelbar ins Freie und in den hinter dem Kaiserhause befindlichen Garten.

6. Der Wohnflügel. Der im Norden an den Saalbau gefügte Wohnflügel ist architektonisch und kunstgeschichtlich ohne Bedeutung. Er enthält aufser dem Keller drei Geschosse. Das Erdgeschofs, in der gleichen Höhe gelegen wie das Untergeschofs des Saalbaues, dient dem Castellan des Kaiserhauses zur Wohnung. Eine gegenüber dem östlichen Eingange befindliche Steintreppe bildet den Zugang zu dem Keller und den oberen Geschossen. Die Räume des I. Stockwerkes sind ursprünglich für die Aufnahme fürstlicher Gäste bestimmt und dienen jetzt zum Theil zur Unterbringung der während der Wiederherstellungsarbeiten ausgegrabenen Gegenstände, wie Waffen, Geräthe, Knochenreste. Die Räume des II. Stockwerkes sind dazu bestimmt, bei fürstlichem Besuche dem Gefolge als Wohnung zu dienen, welches sich in unmittelbarer Nähe des Fürsten befinden mufs. Die Ausstattung aller Räume des Wohnflügels ist eine ganz schlichte, da anzunehmen ist, dafs im Falle der Benutzung in dem oben gedachten Sinne die erforderliche innere Ausstattung eigens zu dem Zwecke hergerichtet wird.

7. Nebenanlagen. In der nächsten Umgebung des Kaiserhauses (vgl. Lageplan Bl. 23) sind eine Anzahl von alten Grundmauern durch Ausgrabung freigelegt worden, welche indessen zum Wiederaufbau der ehedem dort befindlichen Gebäude wegen der zu geringen Anhaltspunkte für die wahrscheinliche äufsere Gestaltung derselben nicht geführt haben. Dazu gehört vor allem die Gruppe von Grundmauern westlich von der Ulrichs-Capelle, wo man die Lage der „Kemenate", des eigentlichen Wohngebäudes der alten Kaiser, vermuthet.

Ferner sind hinter dem Wohnflügel einige Futtermauern und Treppenanlagen bloßgelegt, die in Verbindung mit der Mauer am Abhange des Liebfrauenberges zu einem nördlichen Wohngebäude, der westlich vom Kaiserhause früher vorhandenen Liebfrauen-Kirche und zur Verbindung dieser Gebäude gehörten. Im Jahre 1889 ist vor dem Nordgiebel eine Terrasse mit halbkreisförmiger Böschungsmauer hergestellt. Diese Terrasse trägt eine Brunnenschale aus Sand-

stein, aus deren Mitte sich eine reichverzierte Steinsäule mit wasserspendendem Knauf erhebt.

Auf dem „Kaiserbeet", dem freien Platze östlich vor dem Kaiserhause (vgl. Lageplan Bl. 23), sind durch die Nachgrabungen Reste einer Steintreppe, Grund- und Böschungsmauern aufgedeckt worden, welche den Anlafs zur Herstellung einer Terrassen- und Freitreppenanlage gegeben haben, die einen würdigeren Zugang zum Kaiserhause bilden soll.

In der Achse des Hauses gerade gegenüber dem Haupteingange zum Untergeschofs desselben ist eine halbkreisförmige Kanzel in den freien Platz vorgeschoben, die auf drei steinernen Löwen ruht. Zu beiden Seiten derselben führen zwei breite Steintreppen hinab. Die zwei untersten Stufen der südlichen Treppe sind noch die ursprünglich an diesem Orte aufgefundenen und sind unverändert liegen geblieben. Die Ecken der Terrassenmauer, an denen die halbkreisförmigen Böschungsmauern der Dingstätte ansetzen, sind durch gegliederte und geböschte Sockel besonders betont und tragen zwei Nachbildungen des Braunschweiger Burglöwen in Broncegufs.

Auf der Dingstätte sollen demnächst die aus getriebenem Kupfer hergestellten Reiterstandbilder Kaiser Wilhelms I. und Kaiser Friedrich Barbarossas Aufstellung finden.

Die Wiederherstellung des Kaiserhauses zu Goslar.

Die Wiederherstellung des Kaiserhauses zu Goslar ist in drei Abschnitten erfolgt. Der erste Abschnitt von 1865 bis 1870 umfafst den Erwerb des Kaiserhauses durch den hannoverschen bezw. preufsischen Fiscus und die vorläufigen nothwendigsten Ausbesserungen zur Erhaltung des Gebäudes, die Untersuchung desselben durch sachgemäfse Nachgrabungen und die Aufstellung eines Vorentwurfes. Der zweite Abschnitt von 1873 bis 1879 enthält die eigentliche vollständige Wiederherstellung des alten Gebäudes nebst der Ulrichs-Capelle. Im dritten Abschnitte von 1879 an, der vielleicht noch nicht als abgeschlossen zu betrachten ist, erfolgten die Ergänzungsarbeiten und die Ausmalung des Reichssaales.

Als ein Vorspiel zu diesen drei Hauptabschnitten, welche sich mit dem Kaiserhause und der Ulrichs-Capelle beschäftigen, ist der Erwerb und die vorläufige nothdürftige Wiederherstellung der Ulrichs-Capelle durch den hannoverschen Staat anzusehen, welche in den Jahren 1859 und 1860 erfolgte.

Es ist am Ende des ersten Theiles ausgeführt worden, in welcher wirthschaftlichen Nothlage die Stadt Goslar sich befand und dafs die Gefahr vorlag, die Stadtverwaltung könne in ihrem Bestreben, sich der alten nutzlosen Bauwerke zu entledigen, auch vor der Veräufserung der werthvollsten Baudenkmäler, sogar des Kaiserhauses, nicht zurückschrecken. Es ist wohl als die Folge der Anregungen des Geheimen Regierungsrathes Blumenbach, welcher bereits 1810 die Anfertigung einer Zeichnung des Kaiserhauses veranlafst und 1846 in dem Archiv des historischen Vereins für Niedersachsen einen Aufsatz über das Kaiserhaus veröffentlicht hatte, anzusehen, dafs Baurath Mithoff in den Jahren 1854 bis 1860 eine umfassende Veröffentlichung des Kaiserhauses in Verbindung mit anderen Baudenkmälern Goslars im Archiv für Niedersachsens Kunstgeschichte bewirkte. Und diese die Bedeutung des Kaiserhauses und anderer Goslarer Baudenkmäler darlegende Arbeit darf wiederum als die Ursache dafür gelten, dafs im Jahre 1865 die hannoversche Staatsregierung den damaligen Landdrosten Wermuth in Hildesheim mit der Untersuchung der Goslarer Baudenkmäler beauftragte und ein Verzeichnifs der wichtigsten derselben aufstellen liefs.

Fast gleichzeitig mit diesem Auftrage erfolgte im April 1865 der Einsturz des westlichen Mittelgiebels am Kaiserhause. Die Verhandlungen des zur Erledigung des erwähnten Auftrages eingesetzten Ausschusses endigten damit, dafs derselbe der hannoverschen Staatsregierung den Erwerb des Kaiserhauses gegen die Verpflichtung der Wiederherstellung und Unterhaltung desselben dringend empfahl. Nach mehrfachen schwierigen Verhandlungen mit dem Magistrate gelang es dem energischen persönlichen Eingreifen des Geheimen Finanzdirectors Seebach am 20. April 1866 in einer Verhandlung mit dem Magistratsdirector Sandvofs den Kaufvertrag abzuschliefsen. Die an die Stadt zu zahlende Entschädigung wurde auf 1000 Thaler festgesetzt. Wegen der im Sommer desselben Jahres stattfindenden politischen Umwälzungen verzögerte sich die Abwicklung des Kaufgeschäftes derartig, dafs die Schlufszahlung der Kaufsumme erst im September desselben Jahres und bereits durch das preufsische Generalgouvernement erfolgte. Am 13. September 1866 wurde der damalige Bauconducteur Hotzen beauftragt, im Einverständnifs mit dem Baurath Mithoff, dem Oberlandbaumeister Mittelbach und dem Landbaumeister Wittig einen Wiederherstellungsplan aufzustellen. Hierfür und zur Bestreitung der nothwendigsten Instandsetzungen wurden 6000 Thaler bewilligt. Nachdem der Plan am 1. Juli 1867 vorgelegt, von dem damaligen Conservator der preufsischen Kunstdenkmäler, Herrn von Quast, gebilligt und amtlich genehmigt war, und die Räumung des Kaiserhauses von den Einbauten der Kornböden und den sonst darin lagernden Materialien erfolgt war, wurde mit der Wiederherstellungsarbeit oder richtiger mit den Aufgrabungen und Untersuchungen des baulichen Zustandes im Herbste 1867 begonnen. Leider sind aus dieser ersten Arbeitszeit keine regelmäfsigen Berichte über die erfolgten Funde und keine genauen Zeichnungen derselben vorhanden. Das Bautagebuch beginnt erst mit dem 4. Januar 1869. Es stellte sich bald heraus, dafs der eingereichte Entwurf infolge der nach und nach zu Tage tretenden Merkmale des früheren Bauzustandes in wesentlichen Punkten verändert werden mufste, und Hotzen erbat sich zu diesem Zwecke die eingereichten Pläne wieder zurück. Nachdem die Pläne umgearbeitet waren, begab sich Hotzen am 14. August 1868 nach Goslar, um die eigentliche Wiederherstellungsarbeit in Angriff zu nehmen. Doch dauerten die Nachgrabungen noch fort und förderten immer neue Anhaltspunkte für die Wiederherstellung zu Tage. Bis zum Frühjahr 1869 wurde diese Arbeit des Forschens und Findens, des Ausbesserns, Ergänzens und Entwerfens gleichmäfsig fortgesetzt, ohne dafs die preufsische Regierung wesentliche Kenntnifs von diesen Arbeiten genommen hatte. Zu dieser Zeit beauftragte der Oberpräsident, Graf zu Stolberg-Wernigerode, die Domänenverwaltung zu Hannover, über die bisherigen Arbeiten am Kaiserhause Bericht zu erstatten. Gleichzeitig mit diesem Berichte des Geheimen Finanzdirectors Seebach, welcher sich hauptsächlich auf einen sehr eingehenden, von dem Oberlandbaumeister Mittelbach ausgearbeiteten Bericht der Landdrostei stützte, wurde eine Be-

willigung von 12000 Thalern zur Fortsetzung der Arbeiten nachgesucht. Bevor jedoch diese Bewilligung erfolgte, waren die bisher verfügbaren Mittel erschöpft, der Krieg 1870 brach aus, und die Arbeiten mufsten eingestellt werden. Hiermit schlofs der erste Abschnitt der Wiederherstellungsarbeit.

Die seiner Zeit ungemein beklagte Stockung der Arbeiten hat für die Folge den Vortheil gehabt, dafs in der Zwischenzeit bis zum Beginne der weiteren Arbeiten eine genaue Aufnahme des vorhandenen Bauzustandes hergestellt und auf Grund derselben erschöpfende Entwürfe zur Wiederherstellung und ausführliche Kostenanschläge ausgearbeitet wurden. Mit der Herstellung der genauen Aufnahme wurde am 1. Februar 1871 der bisherige Leiter der Arbeiten, Bauconducteur Hotzen, beauftragt, welcher die Aufnahmezeichnungen am 1. Juli 1871 einreichte. In dieser Zeit hatte die um die Weiterführung der Arbeiten besorgte Stadtverwaltung von Goslar auf Anregung des damaligen Bürgermeisters Tappen eine Bittschrift an den Reichstag gerichtet und unter Vorlegung eines nach Hotzens Angaben gefertigten, noch im Kaiserhause aufbewahrten Gipsmodelles des Kaiserhauses und einer von Hotzen gezeichneten Ansicht, welche die Erscheinung des Kaiserhauses nach der geplanten Wiederherstellung darstellten, um Bewilligung der zur Beendigung der begonnenen Wiederherstellung erforderlichen Mittel gebeten, nachdem sie in ähnlichem Sinne bereits Ende September 1870 sich an Seine Majestät König Wilhelm, den Kronprinzen und den Reichskanzler gewandt hatte. Gleichzeitig wurde an die einzelnen Mitglieder des Reichstages ein Flugblatt unter dem Titel: „Ein Mahnruf an die Vertreter des deutschen Volkes", vom März 1871 datirt, vertheilt.

Auf Grund der eingereichten Aufnahmen, Entwürfe, Kostenanschläge und Berichte fand am 22. October 1872 eine örtliche Besichtigung des Kaiserhauses durch die Vertreter der preufsischen Regierung v. Quast und Salzenberg statt, welche im Beisein des Landdrosten Grafen von Westarp, des Bürgermeisters Tappen, des Regierungsraths Bosse und des Regierungs- und Bauraths Mittelbach die im Mittelbachschen Berichte vom 12. August 1870 bezeichneten wesentlichsten Punkte der Wiederherstellung feststellten. Auf Grund dieser Feststellungen wurde am 27. November 1872 die Landdrostei mit der Aufstellung eines neuen Wiederherstellungsentwurfes beauftragt und dieser dem zuständigen Kreisbauinspector Schulze, dem zu diesem Zwecke der Architekt Hennicke zur Hülfe beigegeben wurde, übertragen. Hiermit schied Hotzen aus der Arbeit am Kaiserhause aus.


Abb. 6. Zustand des Reichssaales im Jahre 1873.

Der Entwurf wurde am 31. Januar 1873 dem Ministerium vorgelegt und die Kosten der veranschlagten Arbeiten auf 72800 Thaler angegeben. Schon für das nächste Rechnungsjahr 1873/74 wurden 20000 Thaler bewilligt, sodafs die Arbeiten sogleich in Angriff genommen werden konnten. Die Ausführung, welche nunmehr im Wege des geordneten Geschäftsganges erfolgte, verlief ohne besondere Schwierigkeiten und Hinderungen, abgesehen davon, dafs die Vollendung wegen der sorgfältigen Behandlung jedes einzelnen Punktes sich länger hinzog, als anfangs geplant war, und dafs die bewilligten Mittel nicht genügten und 1875 ein Zuschufs von 60000 *M* beantragt werden mufste. In dasselbe Jahr fiel ein Ereignifs, welches für die Geschichte und auch für die weitere Behandlung des Kaiserhauses von gröfster Bedeutung war, nämlich der Besuch Kaiser Wilhelms am 15. Aug. 1875, der auf der Rückreise von Detmold, wo er der Enthüllung des Hermannsdenkmals beigewohnt hatte, das Kaiserhaus in Goslar besuchte. Die Instandsetzungsarbeiten waren allerdings noch sehr im Rückstande, sodafs die Freitreppen zum Saalgeschofs, der Fufsboden des Saales und der erhöhte Thronplatz zu dem Zwecke vorübergehend hergestellt werden mufsten. An diesen denkwürdigen Besuch knüpfte sich der Gedanke einer künstlerischen Ausmalung des Reichssaales, welcher im Jahre darauf in dem allgemeinen Preisausschreiben eines Wettbewerbes seinen Ausdruck fand, aus dem der Professor Hermann Wislicenus in Düsseldorf als Sieger hervorging.

Die bauliche Behandlung des Saales wurde durch die im Jahre 1875 geplante, 1879 begonnene und 1897 vollendete künstlerische Ausmalung nicht unerheblich beeinflufst. Die dem Wetter ausgesetzte und deshalb stets feuchte Westwand konnte nicht unmittelbar als Malgrund benutzt werden, sondern es mufste eine im unteren Theile 1 Stein, im oberen Theile ½ Stein starke Backsteinmauer, die mit der alten Wand durch verzinnte Eisenanker sorgfältig verankert wurde, hergestellt werden. Zur besseren Erhaltung der Gemälde mufste eine Luftheizungsanlage eingerichtet werden, und die Fenster der Ostwand erhielten zur Erzielung einer möglichst grofsen Helligkeit im Saale Scheiben aus Spiegelglas. Die Bemalung der Decke wurde der Ausmalung des ganzen Saales angepafst.

Im Jahre 1879 konnte die bauliche Wiederherstellung des Kaiserhauses und der Ulrichs-Capelle als vollendet gelten.

Das Baubureau wurde am 1. December dieses Jahres aufgelöst. Die Abrechnung, welche erst später abgeschlossen wurde, ergab einen Kostenaufwand von 300708,70 ℳ, abgesehen von den besonderen Bewilligungen, welche nach dem Jahre 1879 für eine Blitzableitung, die Luftheizung im Saale und den Ankauf zweier Grundstücke in unmittelbarer Nähe des Kaiserhauses erfolgt waren.

In dem genannten Jahre war auch die technische Leitung der Arbeiten bei der Hildesheimer Landdrostei in andere Hände übergegangen, indem an Stelle des Geheimen Regierungsrathes Mittelbach der Regierungs- und Geh. Baurath Cuno getreten war.

Die bisherigen Wiederherstellungsarbeiten waren nach dem Grundsatze der möglichst weitgehenden Erhaltung des Vorgefundenen und thunlichst unter Ausschlufs aller willkürlichen Zuthaten, für welche sich nicht nazweifelhafte Beweise des früheren Vorhandenseins beibringen liefsen, ausgeführt worden. Dem für derartige Erhaltungsarbeiten mit grofser Zuneigung, Erfahrung und Sachkenntnifs begabten neuen Leiter der noch rückständigen Arbeiten am Kaiserhause blieb es nicht verborgen, dafs in manchen Punkten in der Befolgung des oben genannten Grundsatzes wohl zu weit gegangen sei und dafs zur Vervollständigung doch einige frei erfundene Ergänzungen sogar nothwendig seien. In den wegen der malerischen Ausschmückung des Saales stattfindenden Zusammenkünften mit den mafsgebenden Vertretern der betheiligten Ministerien, den Herren Wirkl. Geh. Oberbaurath Adler, Geh. Oberregierungsrath Persius und Geh. Oberregierungsrath Jordan, wurden von dem Geh. Baurath Cuno nach und nach Ergänzungen in Vorschlag gebracht, welche sodann in Entwürfen und Kostenanschlägen genauer ausgearbeitet und begründet und im Jahre 1884 genehmigt wurden. Die Mittel dafür wurden in den Jahren 1886 und 1887 bewilligt in Höhe von zusammen 43700 ℳ. Auf diese Weise wurden dem Bau hinzugefügt der Verbindungsbau zwischen dem Kaiserhaus und der Ulrichs-Capelle, die drei über Dach geführten Brandgiebel, der Treppenthurm an dem Südgiebel und die Terrasse vor dem Nordgiebel mit der Brunnenschale. Aus den Ersparnissen, welche bei der Ausführung dieser letzten Ergänzungsbauten sich ergaben, wurden schliefslich noch, um dem Kaiserhause einen würdigen Vorplatz zu schaffen, und nachdem durch planmäfsig ausgeführte Aufgrabungen das frühere Vorhandensein einer Terrassenanlage mit Freitreppen festgestellt war, die Freitreppenanlage mit den Futter- und Böschungsmauern und der Freikanzel auf dem Kaiserbeet hergestellt, und zum Schmucke dieser neuen Anlage zwei Nachbildungen des Braunschweiger Burglöwen in Bronceguſs auf den Eckbauten der Terrassenmauern aufgestellt. Der Plan, die Strebepfeiler zu beiden Seiten des grofsen Mittelgiebels der Ostfront mit den Reiterstandbildern der grofsen Kaiser des alten und des neuen Reiches, Friedrich Barbarossas und Kaiser Wilhelms I., zu schmücken, ist nicht verwirklicht worden. Diese im Jahre 1896 von den Bildhauern Toberentz und Schott vollendeten Standbilder sollen in diesem Jahre auf der sog. Dingstätte vor den Freitreppen aufgestellt werden, nachdem durch mehrere Probeaufstellungen dieser Platz als der geeignetste ermittelt worden ist und die von der Ministerialcommission empfohlene Art der Aufstellung von Sr. Majestät genehmigt und die erforderlichen Mittel bewilligt sind.

Die Kosten für das Denkmal Kaiser Wilhelms I. sind von Stadt und Kreis Goslar zur Verfügung gestellt.

Die letzten Bewilligungen werden damit verbraucht sein, und es darf dann die Wiederherstellungs- und Ergänzungsarbeit, welche im ganzen mit Ausnahme der malerischen Ausschmückung des Reichssaales und der Grundstücksankäufe rund 400000 ℳ an Kosten erfordert hat, als abgeschlossen gelten. v. Behr.

Die Kunsthalle in Karlsruhe.

(Mit Abbildungen auf Blatt 24 bis 26 im Atlas.)

Nach dem Plane von Hübsch*) sollte das Gebäude der Kunsthalle in seiner Vollendung, ein geschlossenes Viereck umfassend, aus vier Bautheilen bestehen, welche einen offenen Hof umschliefsen (Abb. 2 Bl. 24). Der östliche und westliche Flügel waren gleichartig eingetheilt und hatten im unteren Geschofs einen gröfseren vierläuligen, einen kleineren zweiläuligen und einen schmalen Saal nach Norden zu mit Licht von dieser Himmelsgegend, der risalitartig über die nördliche Mauerflucht vorstehen sollte. Der zwischen den beiden Risaliten gelegene Nordflügel sollte vier kleinere Räume und, in der Mittelachse gelegen, eine Eintrittshalle mit mäfsig grofser Treppenanlage in sich aufnehmen.

Der Plan kam aber nur theilweise zur Ausführung, indem nur der Südflügel mit seinen 18,3 m langen Wiederkehren an der Ost- und Westseite gebaut wurde. An die letztere schliefst sich heute noch ein schmuckes Dienstwohngebäude unmittelbar an, während auf der Ostseite eine 14,6 m lange Lücke gelassen war, nach der Waldstrafse durch eine Bretterwand abgesperrt, an die sich dann das 20,6 m lange Hofzahlamtsgebäude anschlofs. Nahe bei diesem ist das Ausstellungshaus des Kunstvereins errichtet, dem Botanischen Garten zugekehrt. Diese nur theilweise Ausführung, die den Mifsstand hatte, dafs die Speicherräume nur durch eine hölzerne Leitertreppe von einem der Ausstellungszimmer aus begehbar waren, genügte für die Folge nicht mehr, als sich die Kunstschätze im Baue mehrten. Man versuchte, durch engere Aufstellung und Zusammenhängen der Bilder dem Platzmangel abzuhelfen, aber auch diese Mafsnahme konnte auf die Dauer nicht helfen. Man wollte es zuerst mit einem Ausbau der genannten Lücke in der Waldstrafse versuchen, hatte aber diesen Gedanken wieder fallen lassen, der doch nur ein Flickwerk geschaffen haben würde, und griff auf den Ausbau nach dem Gesamtplan Hübschs zurück. Damit war dem Hofzahlamtsgebäude das Urtheil gesprochen. Aber auch jetzt sollte es nicht zum vollständigen Ausbau der Kunsthalle kommen, indem man sich zunächst mit

*) Vgl. Dr. Heinrich Hübsch, Bauwerke, Verlag von J. Veith in Karlsruhe.

der Herstellung des Ostflügels begnügen zu können glaubte. Einer späteren Zeit wird es dann vorbehalten bleiben, wenn Raummangel wieder zwingt, den Nordflügel und später auch den Westflügel auszubauen, um schliefslich mit der Ueberdeckung des Hofes durch ein Glas-Eisendach das Werk zu krönen.

Mit Erlafs des Grofsh. Ministeriums der Finanzen vom 23. October 1889 wurde die Grofsherzogliche Baudirection (Oberbaudirector Dr. Durm) beauftragt, auf der von Hübsch vorgezeichneten Grundlage einen Plan und einen Kostenvoranschlag auszuarbeiten, welcher im Juli des darauffolgenden Jahres vorgelegt wurde. Bei der Vorlage des Gesamtplanes wurde gesagt, dafs seine Ausführung auf vier Bauabschnitte zu vertheilen sei, und für diesen wurden 980 000 ℳ berechnet.

Im Januar 1891 erfolgte der Auftrag, einen Arbeitsplan mit ausführlichem Kostenvoranschlag für den Ostflügel zu fertigen, zur Vorlage an die Ständekammer, wobei aber auch die Heizbarmachung des bestehenden sowohl, als auch des neuen Baues zu berücksichtigen war. Im Mai 1893 wurden Plan und Ueberschlag genehmigt, mit dem Abbruch des Hofzahlamtsgebäudes im September des gleichen Jahres begonnen, und im April 1894 wurden die Bauarbeiten in Angriff genommen.

Der jetzt zur Ausführung gebrachte Ostflügel (Abb. 2 und 3 Bl. 24) zeigt im ersten Stock im grofsen und ganzen die Eintheilung von Hübsch, und nur der Nordsaal hat eine etwas andere Gliederung erhalten, die durch Einführung vermehrter Lichtöffnungen bedingt war, indem statt eines dreifach gekuppelten Mittelfensters drei grofse einzelne Fenster auf der Nordseite ausgeführt wurden, welche eine Dreitheilung des Raumes nach der Länge ergab.

Die Aufgabe, den Gesamtplan in drei verschiedenen Bauabschnitten auszuführen, machte die Beibehaltung der von Hübsch geplanten Mitteltreppe im Nordflügel unmöglich, sollten nicht wieder Zustände geschaffen werden, wie sie am alten Baue mit Recht zu tadeln waren. Statt der Mitteltreppe wurden nach Norden zwei feuersichere Treppen vom Keller bis zum Speicher geplant, die an die Risalite der Nordfront anschliefsen und von denen die östlich liegende ausgeführt wurde. Sie wurden weiter bedingt durch die Anlage der Sammelheizung und um einen weiteren Zugang zu den Gebrauchsräumen des zweiten Stockes zu haben, und um bequem zu den Oberlichten und dem Dachraum gelangen zu können. Durch die eigenartige Anlage dieser Treppen wird aber später der unmittelbare Zusammenhang der Räume von einem Bautheil zum andern in beiden Stockwerken nicht unterbrochen. Anders ist im zweiten Stock verfahren. Hübsch entwarf für diesen die gleiche Anordnung wie im ersten Stock, die er bei der Ausführung wohl kaum beibehalten haben würde. Die Ausführung (Abb 3 Bl. 24) zeigt uns jetzt im zweiten Stock einen seitlich beleuchteten Längsflur auch nach der Ostseite, der zur Aufnahme des Kupferstichcabinets bestimmt ist, mit einem kleinen Arbeitszimmer für den Beamten des Cabinets. Nach Norden ist der schmale Quersaal beibehalten, der zur Aufnahme von Handzeichnungen und zum Auflegen der gröfseren Kupferwerke bestimmt und dementsprechend ausgestattet ist. Umschlossen von diesen liegen zwei gröfsere Oberlichtsäle, zur Aufnahme von Bildern moderner Meister bestimmt. Eine gleiche Eintheilung wird seiner Zeit der Westflügel erhalten, während nach Norden, mit reichem Seitenlicht in jedem Stockwerke, je ein grofser Saal angeordnet ist, der durch Scherwände in Cabinets getheilt werden kann.

Für die Ausgestaltung der Räume im ersten Stocke, welche zur Aufstellung von plastischen Kunstwerken dienen, konnte die von Hübsch angeschlagene Bauweise in constructiver und formaler Beziehung mit wenig Aenderungen der Hauptsache nach in den Säulensälen beibehalten werden; sie mufste aber in den Nordsälen und in den Oberlichtsälen des zweiten Stockes, wie auch in der Ostgalerie daselbst verlassen werden aus naheliegenden Gründen. Bauart und Form der Oberlichte verlangten andere Weisen.

Die Ostfront in der Waldstrafse, für welche eine perspectivische Zeichnung Hübschs vorhanden war und die sich eigentlich aus dem Grundrisse von selbst ergab, wurde getreu in den Bauformen der alten Kunsthalle ausgeführt; bei der Nordfront (Abb. 1 Bl. 24), für welche kein Material überkommen war, machte der veränderte Grundplan eine veränderte Aufsenarchitektur nöthig, obgleich auch hier wieder Sockel, Gurt- und Hauptgesimse in der alten Formensprache beibehalten wurden. Das Motiv der vortretenden, massiven, mit Figuren geschmückten Balcons der Südseite wurde auf die Risalite der Nordseite übertragen; auch der Giebel der ersteren wurde verwerthet, aber in einer Formensprache, die sich mit der italienischen Hochrenaissance mehr deckt, welcher sich ja auch Hübsch bediente, nur mit anderem Accente. Das Risalit der Nordostecke soll sich in gleicher Weise und Form seiner Zeit an der Nordwestecke wiederholen, während der langgestreckte Zwischenbau im unteren Geschosse (wie dies ein Stück der Nordseite schon zeigt) durch vorgestellte Dreiviertelsäulen belebt werden wird, die Standbilder berühmter Künstler tragen sollen. Zwischen den dreifach gekuppelten Fenstern des Obergeschosses werden als ergänzender weiterer Schmuck Medaillons (Künstlerporträts) angebracht werden, so dafs die Nordseite in ihrer einstigen Vollendung der Südseite ebenbürtig erscheinen, vielleicht auch noch glanzvoller gestalten wird als jene.

Der Neubau ist selbstredend aus dem gleichen Materiale ausgeführt, wie der alte Theil. Die Sockel aus rothem Sandsteine, die Quaderflächen des ersten Stockes aus gelblichgrünem Sandsteine von Kürnbach und Umgegend, die Gurte, Gesimse und Fenster aus weifsen Murgthaler Sandsteinen.

Der prächtige Figurenschmuck des nördlichen Risalits, bestehend aus zwei grofsen Reliefs, in Kinderfiguren die Thätigkeiten der Künste darstellend, aus Palmen und Kränze schwingenden Jünglingen, aus einem ernstblickenden Pallaskopfe im Giebelfeld, aus den Standbildern Albrecht Dürers und Holbeins, ist ein Meisterwerk des leider zu frühe verstorbenen Bildhauers Professor A. Heer, des Schöpfers des Kaiserdenkmals in Karlsruhe.

Aber nicht die Plastik allein war es, welche der Architektur bei diesem Baue unterstützend zu Hülfe kam, die monumentale Malerei hat auch ihr Scherflein dazu beigetragen, und zwar im Innern, wohin sie auch gehört, gleichwie im alten Hause, wo Moritz von Schwindt sein Meisterwerk schuf. Der ihm geistesverwandte Meister Rudolf Gleichauf hat hier seinen Schwanengesang verklingen lassen. Betreten wir das Innere bei der nordöstlichen Diensttreppe, so gelangen

wir in den mit vier Paar schwarzen Marmorsäulen geschmückten Sculpturensaal, in welchem jetzt die wenigen Marmorwerke und zwei Broncestücke unserer Kunsthalle aufgestellt sind. Der Boden besteht aus Stiftmosaik, die Wände sind rothbraun gestrichen, die Gewölbe sind leicht und hell bemalt. Den oben halbrunden Theil der Ost- und Westwand schmücken die Bilder, Allegorieen der Architektur, Sculptur und Malerei, von Gleichaufs Hand, während die Bogenfelder der Südwand, von Putten umgeben, die Bilder der Kunststädte Venedig, Florenz und Neapel aufnehmen.

Durch eine von kostbarem rothem Marmor umrahmte Thüre gelangen wir dann in den zweiten Sculpturensaal, zur Aufnahme der italienischen Renaissanceplastik bestimmt. Die Thüre Ghibertis prangt hier schon in einer der Mauerblenden. Die Namen: Donatello, Ghiberti, Robbia und Michel Angelo in goldenen Lettern geben uns die Kunstperiode an. Der Wandton ist hier grünlich gestimmt. Die Gewölbefelder sind hell und mit bunten Grotesken bemalt. Besonders reich geschmückt sind die sechs Bogenfelder der Nord- und Südwand. Von Professor Schurth in wunderbarer Tönung und Zeichnung in Oel gemalte Medaillons schmücken die Mittelfelder. Sitzende weibliche Figuren, die antike und moderne Kunst im Land Italien darstellend, sind hier vollendet zur Anschauung gebracht. Die vier anderen Felder zeigen landschaftliche Bilder von Professor Kanoldt und Maler Hörter hier, St. Peters Dom in Rom und die Villa d'Este in Tivoli, Villa Borghese bei Rom und ein Stück Pompeji mit dem Blick auf den Vesuv. Prächtig gestimmte und gemalte Darstellungen aus dem sonnigen Italien. Die Gewölbe werden von zwei mächtigen, monolithen Säulen aus braunem belgischem Brecciensmarmor abgestützt, die theilweise vergoldete Capitelle aus Carraramarmor zieren. Die Gewölbecken schmücken grau in grau gemalte Köpfe, gleichfalls von Schurths Meisterhand ausgeführt, wie auch die Putten in den Zwickeln bei den Landschaftsbildern.

Ueber der kostbaren Marmorthüre der Nordwand prangt eine Marmortafel mit Goldschrift, die da sagt: „Die neuen Säle, erbaut unter der segensreichen Regierung des Grofsherzogs Friedrich von Baden, wurden am Tage der Vollendung seines 70. Lebensjahres, 9. September 1896, der Benutzung übergeben."

Der folgende Saal ist in gleicher Weise ausgeschmückt, nur werden die Gewölbe hier von vier Marmorsäulen der gleichen Art getragen (Abb. 1 Bl. 25 und Bl. 26).

Der Wandschmuck besteht, da der Raum antike Plastik aufnehmen soll und zum Theil schon aufgenommen hat, aus zwei Medaillonbildern — eine Aegypterin und eine Griechin darstellend —, wieder von Schurth auf das vollendetste gemalt. Ebenbürtig stehen diesen zur Seite die beiden ägyptischen Architekturbilder Tempel zu Luksor und die Kolosse Amenhotp II. und Thutmos II. zu Karnak von Professor Krabbes mit ihrer präcisen Zeichnung und dem wunderbar wiedergegebenen Localton der ägyptischen Landschaft. Diesen gegenüber sind zwei flott dargestellte römische Architekturen von Maler Baumeister hier, einem jüngern, aufstrebenden Künstler, Bilder vom Forum Romanum und von dem Rundtempel in Tivoli. Diesen neuen Sculpturensälen wird man eine bedeutende Raumwirkung bei vornehmer Haltung des künstlerischen Schmuckes nicht abstreiten können. Aber auch das Obergeschofs zeigt uns noch Werke unserer hiesigen Malerschule. Die Schmalseiten der Ostgalerie schmücken grofse griechische Landschaften von Klose mit ihren schönen Linien und tiefer Färbung, eingefafst durch grau in grau gemalte, stehende Figürchen von Gleichauf. Die Decke nach der Art der in den Florentiner Uffizien oder in den römischen Loggien ausgeführten gebildet und in fünf Spiegelgewölbefelder zerlegt, schmücken 20 kleine Landschaftsbilder von Puhonny in reizender Weise. Einfacher gehalten sind die beiden Bilder-Oberlichtsäle (Abb. 1 Bl. 25). Die Wandbekleidung und Thürumrahmungen sind schwarz gestrichen, die Wände mit graugrünem Stoffe bekleidet und mit Goldleisten eingefafst und darüber ein glatten Hohlkehlengesimse mit einem Blumenwulste abgeschlossen. Den Spiegel der Decken nehmen die grofsen in Eisen und Glas hergestellten Oberlichte ein, deren Abmessungen nach der „Tiedeschen Formel" ermittelt sind, wie auch die Behangflächen nach dessen Angaben bestimmt wurden — 0,95 m Sockelhöhe und darüber 4,70 m hohe Behangflächen. Unter dem Stoffe der Wände ist eine Schalung (Abb. 1 u. 2 Bl. 25) aus Schlaufdielen angebracht, an welcher die Vorrichtungen für das Aufhängen der Bilder aufgeschraubt werden sollen. Die innere Ausstattung ist eine den Anforderungen der Neuzeit entsprechende. Für Lüftung und Heizung im ganzen Baue — sowohl im alten Hause, als im neuen — ist gesorgt, und zum Ausruhen von den Kunstgenüssen bieten in den Sculpturensälen sogenannte curulische Stühle, in den Bildersälen grofse gepolsterte Divans Gelegenheit. Thermometer in jedem Gelasse unterrichten uns über die herrschende Temperatur. Die Beheizung geschieht durch eine Niederdruckdampfheizung mit Isolirmänteln nach dem System Bechem u. Post in Hagen in Westfalen. Die Heizkörper sind zum Theil in den Fensternischen, zum Theil inmitten der Säle aufgestellt, in welch letzterem Falle sie durch die Divans verdeckt sind. Während die Böden in den Sculpturensälen theils aus Mettlacher Mosaikplatten, theils aus Marmorstiftenmosaik hergestellt sind, zeigen die in den neuen Bildersälen Eichenparkett mit Linoleumbelag.

Der Neubau ist in allen seinen Theilen massiv hergestellt; über den Deckengewölben sind eiserne Balkenlagen eingezogen, und nur die Stuckdecke des Nordsaales im zweiten Stock hat Holzbalken erhalten. Auch der Dachstuhl ist grofsentheils aus Eisen hergestellt, was besonders von dem Theil über den Oberlichtsälen gilt. Dort sind Sägedächer aus Eisen und Glas angebracht, um bei jeder Witterung noch reichliches und gutes Licht zu haben. Die innern Oberlichte sind so angeordnet, dafs sie leicht zugänglich sind und gereinigt werden können.

Der im April 1894 begonnene Bau war am Schlusse des Jahres 1896 vollendet und kostete alles in allem 372 625 ℳ.

Sein Inhalt berechnet sich zu 12 409 Raummeter, seine überbaute Fläche zu 653 Flächenmeter und die Baukosten für das Raummeter auf rund 30 ℳ.

Die Bauausführung und Ausarbeitung der Pläne im ganzen besorgte der Unterzeichnete; mit der örtlichen Ueberwachung war Bauführer Hirt betraut.

Karlsruhe, den 3. Februar 1900.

Dr. Josef Durm, Architekt und Vorstand der Baudirection.

Das Chorgestühl in der Kirche Santa Maria delle Carceri zu Prato, im Dom und Baptisterium zu Pisa.

(Mit Abbildungen auf Blatt 27 bis 30 im Atlas.)

Von Giuliano da San Gallo erbaut, gehört die Kirche Santa Maria delle Carceri zu Prato zu den vollkommensten Schöpfungen der Renaissance nicht nur, was Grundrifs und Raumentwicklung, sondern auch was Durchbildung der Architekturtheile und des Ornamentes anbetrifft. Neben dem Chor in einem kleinen Raume hat das Chorgestühl seinen Platz gefunden, wenig auffallend, schlecht beleuchtet und etwas abseits gelegen, ist bisher selten darauf hingewiesen werden. Trotz der vielen Aufnahmen und ausführlichen Baubeschreibungen, die über diese Kirche vorhanden sind, vermifst man doch einen Hinweis oder eine Besprechung über dies selten schöne Gestühl, das, in den edelsten Formen gehalten, in seinem Aufbau und Ornament an das Beste erinnert, was die Renaissance geschaffen hat.

Dem Grundrisse des Raumes anschliefsend, ziehen sich an den Wänden die Sitzbänke hin. Die einzelnen Sitze sind durch schmucklose Armlehnen getrennt, auch die Füfse sind nicht besonders hervorgehoben. Der Hauptwerth ist auf die decorative Ausbildung der Rückwand des Gestühles gelegt, die sich paneelartig über den Sitzbänken erhebt. Pilaster, die ein vollkommenes Gebälk tragen, theilen die Rückwand. Die Pilaster (Abb. 1 u. 2 Bl. 27) enthalten geschnitzte Füllungen, naturalistisch behandelte wechseln mit ornamentalen ab. Die Renaissancecapitelle der Pilaster mit ihrem stets wechselnden Ornament gehören zu den besten Beispielen der Holzschnitzkunst jener Zeit. Geometrische eingelegte Muster schmücken den Fries und fassen Pilaster und Füllungen ein.

Zwei phantastische Thiergestalten (Abb. 3 Bl. 27) als Anfänger beginnen das Chorgestühl. Zwischen den hochgespannten Flügeln ist ein vorzüglich vertheiltes Ornament entworfen, das dem Leibe des Thieres entwächst. Die ganze Art der Behandlung des Holzes, die Ausführung der Schnitzereien, die elegante und in jeder Hinsicht architektonische Composition der Ornamente, das in den Pilasterfüllungen oft vollkommen naturalistisch wird, die Feinheit der Gliederungen, Gesimse und Profilirungen weisen darauf hin, dafs nur einer der ersten Meister der Renaissance das Chorgestühl entworfen haben kann und bei der Ausführung thätig war. Da Giuliano da San Gallo, der Baumeister der Kirche, zugleich einer der bewährtesten Holzschnitzer seiner Zeit war, so kann man wohl annehmen, dafs er auch einen bedeutenden Antheil bei der Herstellung des Chorgestühles gehabt hat.

Auffallend ist es, dafs das jetzt noch erhaltene ältere Chorgestühl im Dome zu Pisa (Abb. 1 bis 4 Blatt 28 und Abb. 1 und 2 Blatt 29) eine grofse Aehnlichkeit in der Gestaltung des ornamentalen Schmuckes der Anfänger mit dem in der Kirche Santa Maria delle Carceri zu Prato hat. Was noch besonders auf dieselbe Zeit der Herstellung der beiden Gestühle und auf denselben Holzschnitzers Hand hinweist, ist die gleiche Behandlung des Holzes, dieselbe Führung des Messers, und die gleiche Einzelausbildung des Ornamentes, besonders des Akanthus. Wohl ist die Anordnung der beiden Chorgestühle eine verschiedene, das zu Prato ist für einen geschlossenen Raum bestimmt, die Wände paneelartig bekleidet. In Pisa dagegen soll die Durchsicht der beiden Querschiffe des Baues nicht gestört werden. Die Rückwände der niedrigen Sitzbänke des Gestühles haben nur die Höhe, welche ein bequemen Sitzen und Anlehnen erfordern. Die Rückwand des Chorgestühles im Dom zu Pisa ist reich mit Intarsien der verschiedensten Art verziert: Blumen, Musikinstrumente wechseln mit Landschaften, Perspectiven und bildlichen Darstellungen ab, während man in Prato am Gestühl nur geometrische eingelegte Muster findet.

Auch das ältere Chorgestühl im Dom zu Pisa hat noch nicht die genügende Würdigung gefunden.

Jakob Burkhardt erwähnt in seinem Cicerone die Intarsien des Stuhlwerkes im unteren Theil des Chores und giebt an, dafs es von Domenico di Mariotto und Genossen gearbeitet sein soll, und dafs die Reste des Stuhlwerkes im linken und rechten Seitenschiff von Giuliano da Majano, Francione und Pintelli stammen. In der „Cultur der Renaissance“ von Jakob Burkhardt sind Giuliano und Antonio da San Gallo als Urheber der perspectivischen Intarsien im Dom zu Pisa genannt.

Vasari giebt an als Meister der Intarsien und Holzschnitzereien im Chor des Domes zu Pisa Giuliano da San Gallo, Francione und Giuliano da Majano, welcher besonders unterstützt wurde von Guido del Servellino, Domenico di Mariotto und später von Battista del Cervelleria.

Von welchem der aufgeführten Meister aber die noch jetzt erhaltenen Theile des Chorgestühles stammen, läfst sich mit Sicherheit nicht feststellen. Mit den Intarsien wetteifern die Schnitzereien der Füfse und Armlehnen des Chorgestühles (Abb. 1 bis 4 Bl. 28 und Abb. 1 u. 2 Bl. 29), die in der Feinheit der Ausführung, in Composition und Aufbau des Ornamentes mit zu dem Besten gehört, was die italienische Renaissance in der Holzdecoration uns hinterlassen hat.

Mit welchem architektonischen Gefühl sind die Thiergestalten geschaffen, welche die Bänke tragen und als Armlehnen dienen, in welch vollendeter Weise entwickelt sich das Ornament aus den Thierkörpern und vertheilt sich belebend über die Flächen. Die wenigen Gesimse, die als Abschlufs der Rücklehnen angebracht sind, Füfse und Armlehnen trennen, sind nicht von Bedeutung und stammen von späteren Wiederherstellungen.

Einer viel früheren Zeit als das Chorgestühl im Dome zu Pisa gehören die Armlehnen (Abb. 1 u. 2 Bl. 30) an, welche früher das Gestühl im Baptisterium zu Pisa zierten. Kräftig geschwungen, in durchbrochener derber Arbeit zeigt die Behandlung des Holzes eine ganz andere, weniger feine Führung des Eisens. Die Composition der Armlehnen ist eine solche, dafs man glauben möchte, der Meister hätte sich an antike Vorbilder gehalten, und doch wieder weist manche Blattform auf das romanische Ornament hin. Die Bänke von diesem

Gestühl wurden von zwei Löwenklauen gehalten, die vollkommen an die Antike erinnern. Verfasser fand die Reste dieses alten Chorgestühles bei Vornahme von Messungen vermodert in dem Magazin des Domes und hat aus den vorhandenen Bruchstücken die beiden Armlehnen (Bl. 30) reconstruirt.

Das jetzt im Baptisterium zu Pisa befindliche Gestühl, aus der Mitte unseres Jahrhunderts stammend, ist ein Versuch, das alte so werthvolle Gestühl nachzubilden, das bei der Erneuerung beiseite geschafft worden ist.

Berlin, Juli 1899.

Faerber, Regierungs-Baumeister.

Die Wasserversorgung und die Entwässerung der Stadt Neustadt in Oberschlesien.

Vom Königl. Baurath Ritzel in Neustadt (Oberschlesien).

(Mit Abbildungen auf Blatt 31 bis 33 im Atlas.)

Unter den Städten Oberschlesiens nimmt die Stadt Neustadt in mancher Beziehung eine besondere Stellung ein. Neustadt liegt in schöner Umgebung, mit prächtiger Aussicht auf das Gebirge, die letzten Ausläufer der Sudeten. Industrie und Gewerbe stehen in Neustadt in hoher Blüthe. In erster Linie ist zu nennen die Leinen- und Damastwarenfabrik der Handelsgesellschaft S. Fränkel, wohl eine der gröfsten in Deutschland; aufserdem kommen in Betracht Schuhwarenfabriken in sehr bedeutendem Umfange.

Die 20000 Einwohner zählende Stadt erfreut sich seit einigen Jahren der Wohlthaten einer regelrechten Wasserversorgung und einer sachgemäfsen, dem neuesten Stande der Technik entsprechenden Entwässerungsanlage. In Bezug auf die letztere ist Neustadt die erste Stadt in Oberschlesien, die eine mustergültige Kläranlage geschaffen hat.

Wasserwerk.

Die Verhältnisse und sonstigen Vorbedingungen für die Wasserbeschaffung waren insofern günstige, als in Neustadt etwa 1 km von der Stadt entfernt, eine seit vielen Jahren bekannte und ziemlich ergiebige Quelle vorhanden war, der sog. Heilbrunnen, mit Trinkwasser von vorzüglicher Beschaffenheit. Dieser Heilbrunnen allein war indessen für die Wasserversorgung der Stadt nicht ausreichend. Daher mufsten noch weitere Wassermengen aufgeschlossen werden. Die zu diesem Zwecke ausgeführten Vorarbeiten, wie Herstellung zahlreicher Bohrlöcher und mehrerer Versuchsbrunnen, ergaben, dafs sich auf den Wiesen in der Nähe des Heilbrunnens in einer durchschnittlichen Tiefe von 4 bis 7 m noch weitere, unter Druck stehende Quellläufe befanden, deren Wasser in Beschaffenheit und Kältegrad mit dem der Heilbrunnenquelle übereinstimmte. Für die Wassergewinnung waren folgende Arbeiten nothwendig:

1. die sachgemäfse Fassung der Heilbrunnenquelle,
2. die Hinzuziehung eines sehr ergiebigen Versuchsbrunnens, der gegen Eindringen von Tagewasser sorgfältig gedichtet wurde,
3. die Anlage von Saugedrains in der Nähe der Heilbrunnenquelle.

Die Fassung der Quelle wurde in einfachster Art in der Weise ausgeführt, dafs in etwa 3 m Entfernung eine zwischen Spundwänden liegende Mauer aus Beton in Form eines Kreisabschnittes hergestellt wurde, die dazu dient, das Wasser des Heilbrunnens, das früher fast unbenutzt abflofs, dem Werke zu erhalten (Abb. 1 bis 4 Blatt 31). Durch eine geschlossene Bedachung wurde der Heilbrunnen gegen Verunreinigungen von aufsen geschützt.

Das Wasser des Heilbrunnens wird durch eine Thonrohrleitung nach einem Sammelschacht und von hier weiter nach dem Maschinen- oder Saugebrunnen geleitet. In den letzteren wird auch das Wasser aus dem Versuchsbrunnen eingeführt. Die Wasserfassung der Quellläufe in der Nähe des Heilbrunnens wurde durch Saugedrains bewirkt. Diese bestehen aus 40 und 20 cm im lichten weiten, beiderseits glasirten Thonschlitzrohren, die, etwa 4 m tief in Kies verlegt, das Wasser der angrenzenden Quellläufe ansaugen und einem in Cementmauerwerk hergestellten Quellschacht zuführen. Von hier wird das Wasser dem Saugebrunnen ebenfalls zugeführt.

Der Saugebrunnen, aus dem die Pumpen das Wasser entnehmen, in unmittelbarer Nähe am Maschinenhaus gelegen (Abb. 4 Bl. 31), hat einen lichten Durchmesser von 5 m bei einer Tiefe von 6 m, besitzt daher einen nutzbaren Inhalt von rd. 90 cbm. Er hat aufser den Einmündungen noch einen Ueberlauf, der beim Stillstand der Pumpen das zufliefsende Wasser ableitet. Neben dem Maschinenhaus ist ein Wohnhaus für zwei Maschinenwärter erbaut. Als Betriebskraft für die Pumpen sind zwei Dampfmaschinen aufgestellt, für die ein Dampfkessel von 54 qm Heizfläche und 6 Atm. Ueberdruck vorhanden ist. Ein ebenso grofser Dampfkessel dient als Ersatzkessel. Jede Pumpe ist so grofs bemessen, dafs sie imstande ist, für einen Tag bei 20stündiger Arbeitszeit 1500 cbm Wasser, d. h. für 1 Minute 1250 Liter auf die erforderliche Höhe zu drücken. Es sind zwei doppeltwirkende Plungerpumpen vorgesehen mit der Mafsgabe, dafs bei gesteigertem Wasserbedarf noch eine dritte Pumpe bequem aufgestellt werden kann. Zur Zeit arbeiten beide Pumpen abwechselnd. Sämtliche Druckröhren münden in einen gemeinschaftlichen Windkessel von 1500 Liter Inhalt; dicht an diesem befinden sich, in die Druckrohrleitung eingebaut, eine Rückschlagklappe sowie ein Sicherheitsventil. Durch die aus 225 mm weiten Eisenrohren bestehende Druckrohrleitung wird das Wasser nach einem etwa 1500 m vom Maschinenhause entfernt gelegenen Hochbehälter hinaufgedrückt. Durch Schieberverbindungen ist die Möglichkeit gegeben, dafs mit Umgehung des Hochbehälters unmittelbar nach der Stadt gepumpt werden kann.

Der Hochbehälter (Abb. 6 bis 12 Bl. 31), auf einer Anhöhe, dem sog. Capellenberge, erbaut, liegt mit seiner Sohle 25 m über dem Pflaster des städtischen Ringes. Bei 17 m

mittlerer Länge, 12 m mittlerer Breite und ungefähr 3 m Höhe im Wasserstand enthält er einen nutzbaren Inhalt von 600 cbm, der sich in zwei getrenneten Kammern von je 300 cbm befindet. Er ist aus Klinkern in Cementmörtel hergestellt und 2 m tief in den Felsen (Grauwacke) eingearbeitet. Die Sohle besteht aus Cementbeton; das Innere hat glatt abgebügelten Cementputz erhalten. Die 1 Stein starken Gewölbe sind außen mit Asphaltabdeckung versehen; darüber ist eine 1 m hohe Bodenaufschüttung hergestellt, die zur Abhaltung der Sonnenstrahlen mit dichten Sträuchern bepflanzt ist. Der Kältegrad des Wassers im Hochbehälter beträgt $7^1/_2$ bis $8^1/_2$ Grad Réaumur; fast denselben Kältegrad hat das Wasser auch an den Zapfstellen in den Häusern.

Die Schieberverbindung des Hochbehälters ist in der Weise eingerichtet, daſs man in der Lage ist, je nach Bedürfniſs entweder beide Kammern zugleich oder je die eine oder die andere Kammer mit Wasser zu füllen, bezw. aus derselben Wasser zu entnehmen. Der Umlauf des Wassers in den einzelnen Kammern geschieht so, daſs dasselbe in dem hinteren Gange jeder Kammer eintritt und aus dem vordersten Gange nach der Stadt abgeführt wird.

Die aus eisernen Muffenrohren bestehende Leitung vom Hochbehälter bis zur Stadt hat einen lichten Durchmesser von 250 mm; die Zweigleitungen haben lichte Durchmesser von 225 bis 65 mm. Jedes Eisenrohr ist einzeln auf 20 Atm. Druck geprüft worden. Bei der Stadtrohrleitung ist nach Möglichkeit die sog. Ringvertheilung in Anwendung gebracht, nur in einzelnen Fällen ist die Verästelung ausgeführt. In Entfernungen von 60 bis 75 m sind Hydranten eingerichtet. Sämtliche Rohrstrecken sind durch eingebaute Schieber jederzeit absperrbar. Der Wasserverbrauch beträgt zur Zeit täglich 60 bis 85 Liter für einen Kopf der Bevölkerung.

Der Entwurf für das Wasserwerk ist von dem Ingenieur Hempel in Berlin angefertigt, der auch die Ausführung bewirkt hat. Die Kosten des Wasserwerkes, das im Jahre 1893 vollendet worden ist, haben 370000 ℳ betragen.

Entwässerung.

Es war eine natürliche Folge der reichlichen Zuführung reinen Wassers, daſs demnächst auch für eine geregelte und bequeme Abführung des verbrauchten Wassers gesorgt werden muſste. So wurde denn im Jahre 1893 die Erbauung einer zeitgemäſsen Entwässerungsanlage beschlossen und mit deren Ausführung 1895 begonnen.

Die Wahl der geeigneten Entwässerungsart hängt bekanntlich in jedem einzelnen Falle von den örtlichen Verhältnissen ab. Für Neustadt O.-S. wurde die gemeinsame Ableitung der Regenwässer, der Brauchwässer und der Abgänge aus den Spülabtritten in einem Canale gewählt, da eine scharfe Trennung der Regen- und Brauchwässer in der Praxis doch nicht durchführbar ist, auch die getrennte Ableitung der Regenwässer in besonderen Canälen keinen wirthschaftlichen Vortheil gehabt hätte.

Allgemeine Anordnung. Die natürliche Lage von Neustadt O.-S. bot den Vortheil, daſs die Canäle den allgemeinen Grundbedingungen, das Wasser möglichst schnell und auf kürzestem Wege abzuführen, entsprechen und nur verhältniſsmäſsig geringe Längen erhalten. Die Stadt ist gröſstentheils von offenen Wasserläufen umgeben, sodaſs die einzelnen Hauptcanäle strahlenförmig nach denselben führen. Diese Hauptcanäle leiten die Schmutzwässer zunächst in einen besonderen, tiefer liegenden sog. Abfangcanal, der sie nach der Reinigungsanlage unterhalb der Stadt weiter führt. Nach erfolgter Reinigung flieſsen die Abwässer in den stets wasserführenden Mühlgraben, wo sie sich mit dem Fluſswasser vermischen. Das gesamte 202 ha groſse Entwässerungsgebiet ist in acht einzelne Gebiete getheilt.

Regenauslässe. Sobald die von den einzelnen Entwässerungsgebieten zuflieſsenden Schmutzwässer durch das in die Canäle gelangte Regenwasser eine bestimmte Verdünnung erfahren haben, leitet man die überschüssige Wassermenge, weil dann unschädlich, in den nächsten zur Verfügung stehenden offenen Wasserlauf ab. Zu diesem Zwecke sind sog. Regenauslässe angelegt. Das Verhältniſs des Schmutzwassers zum Regenwasser muſs mindestens immer erst 1 : 8 sein, ehe eine Ableitung des überschüssigen Wassers in den offenen Fluſslauf stattfindet. Bei stärkeren Regengüssen ist der Verdünnungsgrad meistens wesentlich höher. Die Einrichtungen sind so getroffen, daſs die auf der Sohle des Zuleitungscanals mitgeschwemmten Stoffe nicht durch den Regenauslaſs in den Fluſslauf, sondern nur in den Schmutzwasser führenden Abfangcanal gelangen müssen.

Tieflage, Form der Canäle, Gefälle. Die erforderliche Tieflage der Canäle wurde durch die Rücksichtnahme auf die vom Grundwasser frei zu haltenden Keller, sowie durch die Möglichkeit des Anschlusses der Hausleitungen bedingt. Die Canäle sind so tief gelegt, daſs ein schädlicher Rückstau in die Hausleitungen nicht stattfinden kann. Zur Erfüllung der Forderung einer genügenden Wassertiefe in den Canälen mit schwachem Gefälle bei geringem Zufluſs war die Anwendung des Eiquerschnitts (spitzes Ende nach unten) am geeignetsten für die Schmutzwassercanäle. Kreisrunde Querschnitte sind über 45 bis 50 cm hinaus nicht zur Anwendung gelangt. Das verfügbare Gefälle ist überall ausgenutzt, da die Bemessung der Querschnitte hiervon unmittelbar abhängt.

Spülung. Der Spülung der Entwässerungsanlagen in Neustadt O.-S. ist ganz besondere Sorgfalt zugewandt worden. Die Canäle und Rohrsiele erfordern die bestimmte Fürsorge für ihre stete Reinhaltung, wenn nicht etwa bald eine Verschmutzung der Anlage eintreten soll. Ständig flieſsendes Wasser steht zur Spülung nicht zur Verfügung, sodaſs eine ständige Spülung, die übrigens die Reinigungsanlage nur unnöthig belasten würde, nicht in Frage kam.

Die stoſsweise Spülung der Canal- und Rohrsielstrecken, d. h. Aufstau des Wassers in den Schächten einschl. der oberhalb dieser liegenden Canalstrecken und plötzliches Abflieſsenlassen des aufgestauten Wassers durch Oeffnen der Verschluſsschieber in den Schächten, ist ebenfalls nicht angewandt worden, weil diese Art der Spülung nur zeitweilig vorgenommen werden kann und deshalb das Canalnetz niemals an allen Stellen gleichzeitig rein zu halten ist. Bei nur Wiederkehr der Reinigung würden die Canäle stark verschmutzen, sodaſs sich erhebliche Mengen von Sielhaut und Ablagerungen bilden würden, welche faulen und das darüber flieſsende Wasser mit Fäulniſspilzen durchseuchen. Die Folge hiervon ist die bei allen nicht selbstthätig oder ständig stark

gespülten Canalisationsanlagen festgestellte Thatsache, dafs die Wässer am Ausflufs des Hauptcanals stark verjaucht sind und sich verhältnifsmäfsig schwer reinigen lassen. Nicht minder schuld ist hieran aber auch oft die Vorschrift, dafs die Abwässer aus den Wasseraborten erst noch eine Grube, in der sich die festen Stoffe absetzen sollen, durchfliefsen müssen, denn durch die aus den Aborten stofsweise abfliefsenden Wassermengen wird der bereits verseuchte und stark vergohrene Grubeninhalt verdrängt und in die Canäle abgeleitet. Beide Arten des Entwässerungs- und Abortbetriebes sind, weil unzweckmäfsig, in Neustadt O.-S. nicht angewandt.

Als Grundbedingung für einen zweckmäfsigen Betrieb der Entwässerungs- und Reinigungsanlage galt, dafs

1. alle abzuführenden Fäulnifsstoffe in möglichst frischem unveränderten Zustande und möglichst schnell nach dem Abflufs der Entwässerungsanlage befördert und
2. dafs sie nach ihrer Abführung in die Canäle durch die in diesen befindlichen Fäulnifserreger nicht durchseucht werden.

Wenn die Canäle und Siele jederzeit, auch nachts, wie dies bei einer selbstthätig wirkenden Spülung der Fall ist, in kurzen Unterbrechungen stofsweise von kräftigen Wasserstrahlen gespült werden, dann ist eine Verseuchung durch die in den Canälen abfliefsenden frisch abgeschwemmten, noch unvergohrenen Abgänge aus den Wirthschaften und Aborten unmöglich, weil die Canalanlagen an allen Stellen gleichzeitig und dauernd sauber gehalten sind. Dafs man nicht alle Canäle und Rohrsiele mit genügend starken Spülströmen, die aus dem Wasserwerk entnommen werden müfsten, spülen kann, ist hier selbstverständlich; denn das verbietet der Kostenpunkt und bis zu einer gewissen Grenze die Leistungsfähigkeit des Wasserwerks.

Die sämtlichen Canäle mit ständig schwach fliefsenden Spülwassermengen rein halten zu wollen, gelingt nicht, weil die Spülwirkung von einer grofsen, stofsweise verdrängenden Wassermasse abhängig ist. Es ist erwiesen, dafs ein so schwacher Zuflufs von Spülwasser, wie er zur Speisung einer selbstthätigen Spülanlage nöthig ist — der Zuflufs beträgt regelmäfsig nur 4 bis 5 cbm in einem Tag bei mindestens zweimaliger Entleerung, das ist nur rund 0,05 bis 0,06 Liter in einer Secunde für jede Spülung —, dann keine Spülwirkung im Canalnetz hat, wenn er ständig fliefst. Dagegen erzielt der Ergufs des gesamten aufgespeicherten Inhalts einer mit einem solchen Zuflufs gespeisten Spülanlage (Glockenheber mit Sicherung der In- und Aufserbetriebsetzung bei schwachem Zuflufs — System Mairich D. R. P. —) eine starke Spülwirkung sicher, da der Spülstrom etwa 25 Liter in einer Secunde beträgt.

Ueber das Canalnetz von Neustadt O.-S. sind 15 Spülanlagen vertheilt, die sich bei gewöhnlichem Betrieb täglich je zwei bis viermal entleeren. Da wo bei ganz kleinen Endstrecken sich die Anlegung einer selbstthätigen Spülung nicht lohnte, sind besondere Spüleinlässe im Anschlufs an die Wasserleitung angeordnet, welche von einem Arbeiter nach Bedarf täglich oder in gröfseren Zeitabschnitten mit wenig Mühe und Zeitaufwand bedient werden können (zusammen neun Stück). Aufserdem kann an vier Stellen Bachwasser zugeführt werden.

Zur Sicherung der Spülung des Canalnetzes bei aufsergewöhnlichen Fällen, z. B. wenn es sich um Fortschaffung unbefugt hineingeschaffter Gegenstände oder Versandungen bei starken Gewittern handelt und zur Untersuchung der ganzen Anlage, kommt jährlich ein- höchstens zweimal die Spülung und Ausbürstung der Canäle und Siele durch Mannschaften unter Benutzung der Spülschieber und Bürsten in Anwendung.

Die Spülzeiträume der selbstthätigen Spülanlagen können innerhalb weiterer Grenzen beliebig gekürzt werden, falls dies bei sehr warmer und trockener Witterung oder zu Zeiten von Seuchen erwünscht und nöthig erscheint.

Irgend welche Unkosten für Bedienung der selbstthätigen Spülanlagen erwachsen nicht; denn diese wirken unbedingt sicher und zuverlässig nach einmaliger Einstellung. Die Ersparung an Arbeitslöhnen allein deckt die Unkosten für Zinsen und Tilgung der Anlagekosten mehrfach; sogar eine gröfsere Anzahl von Arbeitern ist unter Opferung erheblich gröfserer Wassermengen nicht imstande, die ganze Entwässerungsanlage so gleichmäfsig rein zu halten, wie dies durch die selbstthätigen Spülanlagen nachweislich geschieht.

Lüftung. Ebenso wie die Spülung ist die Lüftung der Canalanlage in zuverlässiger Weise ermöglicht, ohne dafs durch ausströmende Canalluft jemand auf der Strafse belästigt werden kann, da sämtliche Oeffnungen auf den Strafsen fest verschlossen sind. Alle Luftein- und auslässe sind über Dach geführt. Zum Zwecke der Lüftung sind ferner alle ohne Wasserverschlufs in die Grundstücke geführte Hausanschlufsleitungen als Lüftungsröhren über Dach verlängert. Das ganze Entwässerungsnetz auf den Strafsen und in den Grundstücken ist dauernd geruchfrei.

Hausentwässerungsanlagen. Sämtliche Hausentwässerungsanlagen sind unter Verwendung bester Baustoffe und einheitlicher Muster in ebenso sorgfältiger Weise hergestellt wie die Anlagen auf den Strafsen. Alle Anschlufsleitungen auf den Strafsen wurden vor Beginn der eigentlichen Hausentwässerungsarbeiten von der städtischen Bauverwaltung hergestellt. Sämtliche Dachabfallrohre sind dort, wo Gelegenheit zum Anschlufs auf der Strafse vorhanden ist, angeschlossen.

Die Anschlufsleitungen sind ohne Unterbrechung in das Hausinnere ein- und als Entlüftungsrohr über das Dach hochgeführt. Die Wasseraborte haben besondere Abfallrohre erhalten, die unmittelbar in das Anschlufs- oder Strafsensiel einmünden und über Dach als Entlüftungsrohre hochgeführt sind. Die Abgänge aus Wasseraborten und aus Bedürfnifsständen, die mit selbstthätiger Wasserspülung zu versehen sind, durchfliefsen die Sinkkasten nicht. Sämtliche Eingüsse, Sinkkasten und sonstige Zuflüsse in den Häusern zu den Entwässerungsanlagen haben einen etwa 5 bis 10 cm tiefen Wasserverschlufs. Vorhandene Entwässerungsanlagen sind, wenn sie den Vorschriften nicht entsprachen, entfernt und durch neue ersetzt worden.

Die einheitliche Verwendung eines Wasseraborts in bewährter Ausführung (beste Fayenceaborte mit Kastenspülung) und eines Sinkkastens, mit einem das Untertheil abschliefsenden Eimer ist für alle Anschlüsse zwangsweise durchgeführt, damit die Anlagen zweckmäfsig im Betriebe gehalten werden

sollen. Die Reinigung der Sinkkasten wird von der städtischen Canalverwaltung bezw. einem zuverlässigen Unternehmer gegen mäfsiges Entgelt ausgeführt. Der Zwang zur Verwendung nur guter Gegenstände wird nach der kurzen Zeit, in der die Kosten verschmerzt sind, meist dankbar empfunden; denn die so geschaffenen, stets tadellos bleibenden Anlagen bilden eine stete Quelle der Zufriedenheit im Haushalt.

Die näheren Bestimmungen über die Ausführung und den Betrieb der Hausentwässerungsanlagen sind durch Ortsstatut geregelt. Fast sämtliche Grundstücke sind an die Entwässerungsanlage angeschlossen. Zur Zeit sind 1464 Wasseraborte vorhanden, die von der Sanitasgesellschaft in Hamburg geliefert wurden. Die Schulen, Casernen und Fabriken haben Wasseraborte erhalten, bei denen eine gröfsere Anzahl von Becken selbstthätig gespült wird. Abtrittsgruben sind nur noch vereinzelt vorhanden.

Ableitung der Abwässer. Die Prudnik, der kleine Flufs, in den die aus der Canalanlage stammenden Abwässer nach erfolgter Reinigung geleitet werden, hat die Eigenart eines Gebirgsflusses. Bei Regenwetter oder zu Zeiten der Schneeschmelze führt die Prudnik reichliche Wassermengen. Jedoch hat sie für gewöhnlich innerhalb des Stadtgebietes verhältnifsmäfsig wenig Wasser, weil es zum Betriebe einiger Mühlen in einen Mühlgraben abgeleitet ist. Die geringste beobachtete Wassermenge ist auf etwa 400 bis 600 Liter in der Secunde anzunehmen.

Vor der Ausführung der städtischen Entwässerung waren der Mühlgraben und unterhalb der Stadt die Prudnik stark verschmutzt. Bevor nun die Abwässer aus den Canalanlagen in die Prudnik fliefsen, werden sie einer gründlichen Reinigung unterzogen. Da nach der Ausführung der städtischen Entwässerung durch die Einleitung der gereinigten Abwässer nicht nur keine Mifsstände im Flufslauf entstanden sind, wie man befürchtet hatte, sondern sich der Zustand desselben wesentlich gebessert und ständig gut erhalten hat, so verdient die Art der Reinigung eine besondere Beachtung.

Bekanntlich unterscheidet man im grofsen Ganzen drei Reinigungsarten, und zwar

1. Reinigung durch Filterung des Abwassers oder Berieselung auf durchlässigen Landflächen,
2. Ablagerung der Sinkstoffe und schwebenden Bestandtheile des Wassers durch Absitzenlassen (mechanische Klärung),
3. Reinigung durch Zusatz besonderer Fällungsmittel (chemische Reinigung).

Wahl der Reinigungsart. Nach Ausweis der geologischen Karte ist in der Umgebung von Neustadt O.-S. die Bodenbeschaffenheit meist lössartig und für die Bodenberieselung nicht geeignet. Es war vielmehr geboten, die Reinigung der Canalabwässer in einer zweckmäfsig angelegten und ausreichend grofsen Kläranlage unter Zuhülfenahme chemischer Mittel zu bewirken. Bekanntlich giebt es ein für alle Orte und Fälle geeignetes Reinigungsverfahren oder Reinigungsmittel nicht. Die Anforderungen, welche an die Reinigung der Abwässer je nach den örtlichen Verhältnissen zu stellen sind, bedingen das Mafs der Reinigung, die örtlichen Verhältnisse selbst die hierzu nöthigen Einrichtungen. Die vorhandene Vorfluth verlangte eine sorgfältige Reinigung der Abwässer, weil in regenloser Zeit die Prudnik nur mäfsige Wassermengen führt. Obwohl das Wasser unterhalb der Stadt nicht zum Trinken usw. gebraucht wird, mufste doch durch Entfernung der Schwebestoffe eine Verschlammung des Mühlgrabenbettes und durch möglichste Entfernung der schädlichen Keime und Entziehung des Nährbodens für diese, eine Verseuchungsgefahr durch das abzuleitende Wasser verhindert werden. Die erste Forderung liefs sich in geeigneten Anlagen durch Klärung sicher erreichen. Eine vollkommene Keimfreiheit der hier in Betracht kommenden verschmutzten grofsen Wassermengen wird annähernd erzielt. Es kann sich, soll die Anlage wirthschaftlich noch betrieben werden können, auch nur darum handeln, während des Reinigungsvorganges die Schädlinge unter den Keimen zu vernichten. Das zu reinigende Wasser mufs im Verlaufe der Desinfection während einer Zeit einmal ganz oder wenigstens annähernd keimfrei gewesen sein, dann wird der Forderung der Abtödtung etwaiger Krankheitskeime genüge geleistet, denn gerade die gefährlichen Krankheitserreger, wie Typhus- und Cholerabacillen, sind weniger widerstandsfähig als die gewöhnlichen in den Schmutzwässern vorkommenden Bakterien.

Eine Annäherung an das vollkommenste Ziel ist erlangt, da durch die Einleitung der gereinigten Abwässer in den Flufslauf kein Mifsstand erwächst und ferner auch durch die Unterbringung der Rückstände kein neuer Uebelstand oder eine Belästigung entstanden ist. Diejenige Anlage, welche vollkommen reines Wasser schafft, bei der aber die Rückstände unverwendbar bleiben, verdient deshalb nicht den Vorzug, sondern diejenige, bei welcher das Wasser die Anlage verläfst, ohne dafs Mifsstände erzeugt werden, und bei welcher eine Verwerthung und Verwendung der Rückstände möglich ist.

Wie vorhin erwähnt, ist schon die ganze Entwässerungsanlage und der Betrieb derselben entsprechend eingerichtet, um eine gute Reinigungswirkung erzielen zu können. Die der Reinigungsanlage zugeführten Abwässer sind frisch und fast unvergohren, denn von dem Standpunkte der Vorbeugung aus sind alle Anlagen darauf eingerichtet, dafs die stinkende Fäulnifs verhütet wird, da mit der Entstehung der Fäulnifs die gesundheitlichen Gefahren in der Regel erhöht werden, mindestens aber arge Belästigungen erwachsen können.

Die Reinigung der Abwässer ist auf verschiedene Art möglich. In der Natur vollzieht sich die Reinigung (Klärung, Entfernung der Keime, der gelösten Stoffe und des Geruchs), hauptsächlich durch die Einwirkung des Lichts, des Sauerstoffs und der Zeit, woran theils biologische, theils chemische und mechanische Vorgänge Antheil haben. Die meisten Reinigungsverfahren unter Zuhülfenahme chemischer Mittel arbeiten in der Weise, dafs dem Rohwasser Fällungsmittel zugesetzt werden, welche die Schwebestoffe ausfällen. Diese Reinigungsverfahren erzielen oftmals klar aussehendes Wasser, aber die dungwerthigen Rückstände sind mit den Chemikalien versetzt und bleiben deshalb in der Landwirthschaft, wohin sie von Rechtswegen gehören, als Düngemittel unverwendbar. Erstrebenswerth bleibt die Verwendung der Rückstände in der Landwirthschaft immer, gleichviel, ob für diese etwas gezahlt oder für deren Unterbringung Opfer gebracht werden müssen. Nach den gemachten Erfahrungen steht fest, dafs

der dem Canalwasser auf natürlichem Wege durch mechanische Klärung entzogene Schlamm ungleich gehaltvoller an Dungstoffen ist und nicht zu Ansammlungen Veranlassung giebt, als der mit chemischen Mitteln ausgefällte und mit diesen beschwerte Schlamm. Ferner ist erwiesen, dafs eine Desinfection dieser vorgereinigten Abwässer mit geringeren Mengen von Desinfectionsmitteln möglich ist, als dies bei dem Rohwasser geschehen kann. Alle Desinfectionsmittel können in den von den schwebenden Stoffen bereits befreiten Wässern viel nachhaltiger wirken, als wenn sie dem Rohwasser zugesetzt werden, da sie in diesem von dem zu Boden fallenden Schwebestoffe zum Theil eingehüllt und dadurch zur Desinfection unwirksam gemacht werden.

Die bei diesem Verfahren z. B. öfters gemachten schlechten Erfahrungen mit dem trotz vielfacher Anfeindung gut wirkenden und dabei billigen Kalk werden durch eine vorhergehende sorgfältige Befreiung der Abwässer von den schwebenden Stoffen fast vollständig vermieden. Der den Wässern beigemischte Kalk hat dann eben nicht mehr Gelegenheit, ungelöste organische Stoffe in Lösung zu überzuführen, wie dies bei der Zumischung zu den ungereinigten oder nur schwach vorgereinigten Wässern der Fall ist. Durch lang andauernde durchgreifende Mischung des Desinfectionsmittels mit dem vorgereinigten Wasser, genügend lange Ruhe zum Ausfällen der schwebenden Kalktheile und nachträgliche Ausfällung des gelösten Kalkes ist ein gereinigtes Abwasser erhältlich, das dauernd ohne Nachtheil in die Prudnik abgelassen wird.

Unter Rücksicht hierauf ist die Reinigungsanlage für die Abwässer aus der Entwässerungsanlage der Stadt Neustadt, wie folgt, angeordnet. Als Hauptgrundsatz galt, die Reinigungsarbeit möglichst stufenweise vorzunehmen und von der Desinfection zu trennen. Es werden:

1. dem zu reinigenden Wasser die Schmutzstoffe so viel wie möglich auf rein mechanischem Wege entzogen,
2. die Desinfectionsmittel dem gut vorgereinigten Wasser energisch zugemischt,
3. demselben in allen Reinigungs- und Desinfectionsstufen genügend Ruhe und Zeit gelassen,
4. die zur Desinfection und Reinigung zugesetzten chemischen Stoffe dem Wasser soweit wieder entzogen, dafs ihre etwaige nachträgliche Ausscheidung im offenen Wasserlauf keine üblen Folgen hat.

Als ein wesentlicher Umstand für die gute Reinigungswirkung der Abwässer in der Reinigungsanlage ist ferner

5. die Möglichkeit der bequemen und schnellen Beseitigung des ausgefällten Schlammes vorgesehen, damit das zu reinigende Wasser von dem in Fäulnifs übergehenden Schlamm nicht etwa verseucht wird. — Durch diese Art der Reinigung tritt eine Geruchsbelästigung der Nachbarschaft nicht ein. Naturgemäfs kann der ausgefällte und dem Wasser entzogene, zur Abtrocknung gelagerte Schlamm, wenn auch nur wenig und zeitweilig etwas Geruch verbreiten. Die Ablagerungsstätten sind deshalb etwas entfernt von der Stadt angelegt.
6. Die Anlage zur Abtrocknung ist so angelegt, dafs die darüber streichenden Winde nicht vorwiegend nach der Stadt wehen. Der Schlamm wird in einer eisernen Rohrleitung von 100 mm Durchmesser durch Pumpen dorthin geschafft.

Der Schlamm wird in dünner Schicht in flachen, mit Kiesboden versehenen und nach einer kleinen wasserdichten Grube drainirten Erdgruben aufgebracht, woselbst er bei einigermafsen trockener Witterung zu jeder Jahreszeit leicht trocknet und einen in **Landwirthschaft und Gemüsegärtnereien gut verwendbaren**, entsprechend bezahlten Dünger ergiebt. Das vom Schlamm sich absondernde Wasser wird aus der Drainage durch ein besonderes Sandfilter geleitet, sodafs Wasser keinen Schaden anrichten kann. Der Schlamm wird seit Jahren regelmäfsig als Dünger verkauft, und es sind jährlich durchschnittlich 1800 bis 1900 ℳ hierfür erlöst. Versuche haben ergeben, dafs sich übrigens der Schlamm durch Beimischung geringwerthiger Kohle auch gut verbrennen läfst.

Beschreibung der Kläranlage.

(Abb. 5 Bl. 31 und Abb. 1 bis 13 Bl. 32 u. 33.)

Die gesamte Anlage gliedert sich, wie folgt:

1. Maschinenhaus mit Einrichtungen zur Messung, zur groben Vorreinigung, Durchlüftung des Rohwassers und Zertrümmerung der groben Schwebestoffe,
2. mechanische Entschlammung (Vorklärung),
3. Desinfection,
4. Ausfällung der Desinfectionsmittel (Nachklärung in Klärteichen) und Filterung in Kies- und Sandfiltern.

a) Maschinenhaus. In dem Maschinenhaus sind untergebracht:

1. selbstthätige Wassermefseinrichtung zur Bestimmung des jeweiligen Wasserzuflusses,
2. ein Becken zur Abscheidung der groben Schwimmstoffe vor einer Eintauchplatte, der Sinkstoffe durch ein Baggerwerk, der groben Schwebestoffe vor einem Rechen,
3. Einrichtung zur Zubereitung der Desinfectionsmittel und ein Luftgebläse,
4. eine feststehende Locomobile von 6 bis 8 P.-S., die zum Antrieb der Reinigungsvorrichtungen und Pumpen für den Schlamm und das Schlammwasser dient,
5. Unterkunftsraum für das Personal, Arbeitsraum für den Chemiker,
6. ein Schuppen als Lagerraum für Kohlen und Chemikalien.

b) Zuleitung der Canalwässer. Die Zuleitung geschieht in einem sich allmählich nach der Breite und der Tiefe erweiternden Canal, um dem Wasser vor dem Eintritt in den Sandfang einen grofsen Theil Geschwindigkeit zu nehmen.

c) Sandfang. Zur Abscheidung der groben Sinkstoffe mufs das Wasser einen 3,0 m breiten Behälter durchströmen, dessen gröfste Tiefe 2,50 m beträgt. Die sich ablagernden groben Sinkstoffe werden mit dem durch Maschinenkraft getriebenen Bagger je nach Bedarf ausgehoben. Um dem Wasser die obenauf schwimmenden Beimengungen zu entziehen, ist aufserdem eine etwa 30 cm tief in das Wasser eintauchende Platte angeordnet. Die sich vor dieser Eintauchplatte sammelnden Stoffe werden mit Handgeräthen entfernt. Schliefslich mufs das Wasser vor Eintritt in den nach den Klärbrunnen führenden Canal ein etwas geneigt gestelltes Gitter durchfliefsen, von dem die gröberen, nicht obenauf

schwimmenden Beimengungen zurückgehalten werden sollen. Auch die hier sich sammelnden Stoffe werden nach Bedarf mit Handgeräthen beseitigt. Da diese Stoffe meist einen grofsen Dungwerth besitzen, so werden sie in flachen Gruben zum Abtrocknen ausgebreitet, um sie dann zum Verkauf zu stellen. Nach Durchfliefsen des Sandfanges wird den Wässern Druckluft zugeblasen, damit erstens das Wasser durchlüftet wird, zweitens die durch den Rechen gegangenen Schwebestoffe in feine Theile zertrümmert werden, damit sie bei dem langsamen Aufsteigen des Wassers in den nachfolgend beschriebenen Klärbrunnen ein möglichst dichtes und gleichmäfsiges Schlammfilter bilden.

d) Klärbrunnen zur Vorklärung des Canalwassers. Die Ableitung von dem Sandfang nach den Klärbrunnen erfolgt in zwei 400 mm i. L. w. gufseisernen Rohrleitungen, von denen jede für sich abstellbar ist. Jede dieser Rohrleitungen mündet in ein um den Klärbrunnen liegendes Rohr. An diesem Rohr sind zwölf nach unten führende Abzweige angebracht, deren Verlängerungen unten im Klärbrunnen nach dem Mittelpunkt gerichtet einmünden. Das Wasser mufs infolge dessen den Klärbrunnen von unten nach oben durchfliefsen. Die Vertheilung des Wassers auf den ganzen Querschnitt geschieht durch unten offene Röhren (∩), welche bis in die Mitte des Klärbrunnens geführt sind. Ebenso ist oben der Abflufs des Wassers in strahlenförmigen Rinnen angeordnet, in die das Wasser, um Strömungen zu vermeiden, durch in Reihen angebrachte Löcher einfliefst.

Die aus Cementbeton hergestellten runden Klärbrunnen haben einen lichten Durchmesser von 5,50 m, also etwa 23,80 qm Querschnitt. Die nutzbare Tiefe der Klärbrunnen, aus welcher die Wässer aufsteigen müssen, beträgt 4,50 m. Zur Aufnahme des ausgefällten Schlammes dient der sich nach unten trichterförmig verengende Theil von 30 cbm Fassungsraum, der nach der Schlammableitung durch ein Bodenventil abgeschlossen ist. In den Klärbrunnen befinden sich Rührwerke, die den Schlamm vor dem Abziehen zu einem gleichmäfsigen Brei verrühren.

e) Mischcanal und Zuleitung zu den flachen Klärbecken. Aus den beiden Klärbrunnen gelangt das gut vorgeklärte Wasser in einen gemeinsamen Canal. Hier wird ihm das Kalkwasser zugesetzt und mit ihm durch einen mechanisch angetriebenen grofsen Quirl innig vermischt, sodafs die einzelnen Kalktheilchen mit möglichst vielen Wassertheilchen in Berührung kommen.

f) Klärbecken. Der Mischcanal theilt sich in zwei Zuleitungsrinnen, die das mit dem Kalkwasser vermengte Wasser nach je zwei Klärbecken leiten. Die Einleitung in die Klärbecken geschieht nicht über eine Kante hinweg, sondern durch je sieben nach den Klärbecken sich schlitzartig erweiternde Röhren, um das Wasser möglichst auf den ganzen Querschnitt zu vertheilen, da andernfalls sich Strömungen an der Oberfläche und todte Zonen in der Tiefe bilden könnten.

Die Form der Klärbecken ist am Zulauf schmal und tief, am Ablauf breit und flach. Durch diese Form wird die Wassergeschwindigkeit nach dem Ausflufs zu verlangsamt. Der Ueberfall des Wassers erfolgt über eine genau abgerichtete, mit Löchern versehene Schiene in eine Ablaufrinne. Die stark geneigte Sohle ermöglicht ein bequemes Abziehen des Schlammes bei der Reinigung.

g) Zuleitung zum Teich zur Nachklärung. Das aus den einzelnen Klärbecken abfliefsende Wasser wird durch je eine besondere 400 mm i. L. w. Leitung zwei flachen Teichen behufs Nachklärung und Durchlüftung zugeführt. Die Teiche sind je 63 m lang und 15 m breit. Der Boden derselben ist aus Cementbeton hergestellt.

Um in den nur 25 cm tiefen Teichen die Wasserströmung möglichst auf die obersten Schichten zu beschränken, fliefsen die Wasser über wagerechte, vor den Ausmündungen der Zuleitungsröhren angeordnete Flächen. Dem Wasser in den Teichen wird durch das Luftgebläse Sauerstoff zugeführt. Nach Bedarf wird dem gelösten Kalk enthaltenden desinficirten Wasser etwas Eisenvitriol zugesetzt, um die Ausscheidung des gelösten Kalkes zu befördern.

Nach Durchfliefsen der Teiche mufs das Wasser schliefslich noch durch eine etwa 500 qm grofse, aus 70 cm starker Kies- und Grobsandschicht bestehende Filteranlage, die öfters gelüftet wird, hindurchfliefsen. Dann erst gelangt das Wasser, welches jetzt fast völlig klar, farb- und geruchlos ist, auch wenig gelöste organische Stoffe und Bakterien enthält, in den Flufslauf.

Die Untersuchungen über die Wirksamkeit der Klärung der Abwässer zu Neustadt O.-S. hatten folgende Ergebnisse. Zunächst erstreckten sich die Untersuchungen auf die gelösten und schwebenden organischen Stoffe. Der Verbrauch an Kaliumpermanganat $KMnO_4$ ist auf ein Liter berechnet.

Am 22. Juni 1898:

Sielwasser, Jauche, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,5547, Bakteriencolonieen in 1 ccm 90000
Klärbrunnen, schmutzig, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,3131, Bakteriencolonieen 87759
Klärbecken, opalisirend, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0130, Bakteriencolonieen 50592
Abflufs, klar, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0327, Bakteriencolonieen 14364
Prudnik, trübe, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0209, Bakteriencolonieen 44010
Mühlgraben, trübe, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0183, Bakteriencolonieen 13144

Am 22. September 1898.

Sielwasser, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,5722, Bakteriencolonieen 65290
Klärbrunnen, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,1686, Bakteriencolonieen 49790
Klärbecken, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,1401, Bakteriencolonieen 1792
Abflufs, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0916, Bakteriencolonieen 896
Prudnik, unterhalb der Kläranlage, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0522, Bakteriencolonieen 4416
Mühlgraben, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0413, Bakteriencolonieen 35904

Am 25. November 1898:

Sielwasser, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,6056, Bakterien waren nach 24 Stunden nicht mehr zu zählen, da die Cultur verflüssigt war.
Klärbrunnen, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,3940, Bakteriencolonieen 84000
Klärbecken, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,1188, Bakteriencolonieen . . . . 86[illegible]
Abflufs, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0501, Bakteriencolonieen 1707
Prudnik, unterhalb der Kläranlage, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0293, Bakteriencolonieen 27317
Mühlgraben, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0240, Bakteriencolonieen 43964

Ferner wurden ausführliche Untersuchungen gemacht und zwar am 4. März 1898.

1. **Sielwasser**, schmutzig, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,498, Bakteriencolonieen nicht zählbar.

a)		b)	
Schwebende Stoffe	4,47	Gelöste Stoffe	1,00
Glührückstand	0,70	Glührückstand	0,82
Glühverlust	3,77	Glühverlust	0,18
Stickstoff von a 0,0360.		Stickstoff von b 0,1272.	

2. **Klärbecken**, weifs opalisirend, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0384, Bakteriencolonieen 12524, Gesamtstickstoff 0,0236.

a)		b)	
Schwebende Stoffe	0,190	Gelöste Stoffe	0,240
Glührückstand	0,042	Glühverlust	0,040
Glühverlust	0,148	Glührückstand	0,200

3. **Abflufs**, klar, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0367, Bakteriencolonieen 12896, Gesamtstickstoff 0,0217.

a) Schwebende Stoffe	keine	Glühverlust	0,038
b) Gelöste Stoffe	0,215	Kalk als $CaCo_3$	0,194
Glührückstand	0,177	Chlor	0,0781

4. **Prednik**, unterhalb der Kläranlage, **gelblich-braun opalisirend**, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,0229, Bakteriencolonieen 5148, Gesamtstickstoff 0,00583.

a)		b)	
Schwebende Stoffe	0,112	Gelöste Stoffe	0,140
Glührückstand	0,012	Glührückstand	0,040
Glühverlust	0,100	Glühverlust	0,100
		Chlor	0,0639

5. **Mühlgraben, gelblich-braun opalis.**, Verbrauch an $KMnO_4$ 0,02235, Bakteriencolonieen 43896, Gesamtstickstoff 0,00468.

a)		b)	
Schwebende Stoffe	0,126	Gelöste Stoffe	0,1600
Glührückstand	0,010	Glührückstand	0,08
Glühverlust	0,116	Glühverlust	0,08
		Kalk als $CaCo_3$	0,120
		Chlor	0,07745

Der Abfluſs ist stets mehr oder minder **völlig klar**, während die beiden Fluſsläufe immer opalisiren.

h) **Betrieb der Kläranlage.** Die erweiterungsfähige Kläranlage ist so angeordnet, dafs das ihr zur Reinigung überwiesene Wasser ohne besondere Nachhülfe durchfliefsen kann. Jede einzelne Abtheilung der Kläranlage ist für sich auswechselbar. Zur Entfernung des ausgefällten Schlammes dient eine doppelt wirkende, durch Maschinenkraft betriebene Innenplungerpumpe. Die Entfernung des Schlammes aus den einzelnen Klärabtheilungen (aus den Klärbrunnen und aus den Klärteichen alle acht bis zwölf Tage, aus den Klärbecken nach Bedarf zwei bis vier Wochen) geschieht folgendermafsen. Nach Ausschaltung der betreffenden Klärabtheilung wird das Wasser durch ein drehbares Rohr langsam von oben her abgelassen. Das Wasser fliefst dem unter der Pumpe angeordneten Pumpenschacht durch einen tiefliegenden Canal zu und läuft, so lange es rein ist, durch eine besondere Ueberlaufleitung nach dem Mühlgraben ab. Die Ueberlaufleitung ist mit einem Hochwasserverschlufs versehen, sodafs das Wasser aus dem Mühlgraben nicht zurücktreten kann. Sobald das aus den Klärabtheilungen abgesaugte Wasser nicht mehr rein erscheint, wird es mit der Schmutzwasser-Pumpe gehoben und nach dem Einlauf zur Kläranlage gepumpt, um diese nochmals zu durchfliefsen.

Wenn das auf dem ausgefällten Schlamm stehende Wasser ganz abgesaugt und der Pumpenschacht leer gepumpt ist, wird der Schlamm nach Oeffnen der Grundablafsschieber durch einen tiefliegenden Canal nach dem Pumpenschacht abgelassen. Von hier aus wird der Schlamm durch eine 100 mm l. L. w. eiserne Druckrohrleitung nach der etwa 500 m entfernt liegenden Schlammabsonderungsanlage befördert. Hier sind zehn flache gröfsere, neben einander liegende Becken vorhanden, deren Boden aus einer 30 cm tiefen Kiesschicht besteht. Es werden hier zwei Arten von Schlamm abgelagert:

1. Der aus den Klärbrunnen stammende Schlamm **ohne** Kalkzusatz, von sehr grofsem Dungwerth.
2. Der **mit** Kalkzusatz versehene Schlamm.

Beide Arten Schlamm finden guten Absatz in der Landwirthschaft, Gärtnerei usw. Die von der Agriculturchemischen Versuchsstation der Landwirthschaftskammer für die Provinz Schlesien in Breslau angestellte chemische Untersuchung des an der Luft getrockneten Schlammes aus der Abwasserreinigungsanlage für die Stadt Neustadt O.-S. ergab bei durchschnittlich 50 v. H. Wassergehalt folgendes:

	1. Grobe Vorreinigung v. H.	2. Vorklärung v. H.	3. Desinfection v. H.
Stickstoff	0,23	0,99	0,60
Phosphorsäure	0,08	0,42	0,78
Kali	0,22	0,15	0,07
Kalk*)	—	—	16,30

Die Schlammrückstände enthielten demnach von den hauptsächlichsten Pflanzennährstoffen bemerkenswerthe Mengen von Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Kalk. Für den gewonnenen Schlamm wurden, wie schon vorn erwähnt, jährlich bis 1900 *M* Einnahme erzielt. — Die ganze Entwässerungsanlage ist einem Betriebsinspector unterstellt; die Bedienung der Kläranlage wird unter besonderer Oberaufsicht eines Chemikers von einem Maschinisten besorgt, dem einige Arbeiter zur Hülfe beigegeben sind. Der Betrieb der Kläranlage kostet jährlich für einen Kopf der Bevölkerung 0,50 *M*.

Der Entwurf zu der Entwässerungsanlage ist von dem Ingenieur **Mairich** in Gotha angefertigt worden. Mairich betont ausdrücklich, dafs die Neustädter Kläranlage den örtlichen Verhältnissen angepafst und nicht für die Verhältnisse anderer Städte ohne weiteres passend ist.

Die Kosten der Neustädter Entwässerungsanlage einschl. Hausanschlufsleitungen auf den Strafsen haben rund 630000 *M* betragen; zusammen mit den Kosten für das Wasserwerk sind daher rund 1000000 *M* verausgabt worden.

Wasserwerk sowohl wie Entwässerungsanlage haben sich in Neustadt O.-S. gut bewährt; namentlich hat die Kläranlage im Sommer wie im Winter keinerlei Störungen erlitten und dauernd zufriedenstellend reines Abwasser geliefert.

*) meist kohlensaurer Kalk.

Pumpenbagger für die Wolga (Batessche Bauart).

(Mit Abbildungen auf Blatt 34 im Atlas.)

Zur Verbesserung der Schiffahrtstrafse auf der Wolga wurde im vergangenen Jahre von der russischen Regierung ein Pumpenbagger beschafft, der durch seine ungewöhnlichen Leistungen allgemeine Beachtung fand. Zu den Probebaggerungen, die auf der Schelde unterhalb Antwerpens stattfanden, erschienen Vertreter verschiedener Staaten — Belgien, Frank-



Abb. 1. Ansicht einer Baggerhälfte.

reich, Oesterreich, Türkei —, und auch das Königl. preufsische Ministerium der öffentlichen Arbeiten nahm Veranlassung, den Geheimen Baurath **Germelmann** und den Baurath **Truhlsen** zu demselben Zweck nach Antwerpen zu entsenden. Dem

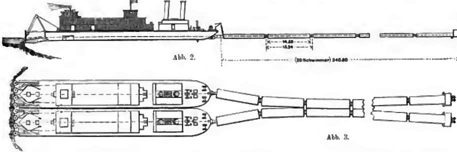


Abb. 2.

Abb. 3.

von diesen erstatteten Reisebericht entnehmen wir die nachstehenden Angaben über den Bagger.

Der Pumpenbagger ist nach den Entwürfen und Zeichnungen des Ingenieurs **Linden W. Bates** in London von der Firma **John Cockerill** auf ihrer Werft in Hoboken bei Antwerpen erbaut. Als Vorbild diente der im Jahre 1896 von L. W. Bates der Regierung der Vereinigten Staaten von America gelieferte und auf dem Mississippi in Betrieb gestellte Bagger „Beta", dessen Beschreibung im Jahrgang 1898 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure (S. 1178 ff.) enthalten ist. Durch die aufserordentlich günstigen Erfolge, welche mit diesem Bagger erzielt worden sind, veranlafst, liefs die russische Regierung durch Herrn Bates die Verwendbarkeit seines Baggers für die Wolga in Erwägung ziehen. Die Verhandlungen führten dann zum Abschlufs und zur Lieferung des nachstehend beschriebenen Baggers. Die nach der Bauart Bates' ausgeführten Bagger, von dem Erbauer als „Bagger von hoher Leistungsfähigkeit" (High Powered Dreggers) bezeichnet, sind Saugebagger, welche die Förderung des Bodens mittels Kreiselpumpen bewirken, nachdem dieser vorher durch eigenartige Schneidevorrichtungen gelöst worden ist. Das Baggergut wird durch eine schwimmende Rohrleitung weitergeleitet und seitlich im Flufsbett abgelagert.

Der für die Wolga erbaute Bagger besteht aus zwei Einzelgefäfsen, von denen jedes für sich einen vollständigen Bagger bildet. Beide Theile sind von genau gleicher Bauart und Einrichtung (Text-Abb. 1). Es kann sowohl mit einer Hälfte allein, als auch mit beiden Hälften zusammen gearbeitet werden. Im letzteren Falle werden die beiden Gefäfse neben einander gelegt und zusammengekuppelt (Text-Abb. 2 u. 3). Diese Theilung des Baggers in zwei Hälften war nothwendig, um die Hinschaffung desselben nach der Wolga zu ermöglichen.

Die Abmessungen jeder Hälfte sind folgende: Länge 65,8 m, Breite 9,6 m, Tiefe 2,74 m; der Tiefgang beträgt, wenn die Bagger aufser Betrieb sind, 1,22 m, im Betriebe 1,42 m. In der Mitte eines jeden Schiffsgefäfses befindet sich die Kreiselpumpe, welche die Förderung des Bodens bewirkt (Abb. 1 bis 3 Bl. 34). Das Flügelrad dieser Pumpe hat 2,13 m Durchmesser; es sind acht Flügel vorhanden, die aus Gufsstahl hergestellt sind. Das Gehäuse ist aus Gufseisen gefertigt. Angetrieben wird die Pumpe durch eine dreifache Expansionsmaschine von 1500 Pferdestärken, mit welcher sie direct gekuppelt ist. Die Umdrehungszahl in der Minute beträgt 150 bis 180. Unmittelbar vor dem Eintritt theilt sich das Saugerohr der Pumpe, sodafs zwei Einzelrohre nach vorn geleitet werden, die aus der Stirnwand des Baggers heraustreten. Hier sind dieselben mittels Kniestücke drehbar in der senkrechten Ebene gemacht und durch Stopfbuchsen gedichtet. Am unteren Ende theilt sich nun jedes



Abb. 4. Trommel der Schneidecylinder.

dieser beiden Rohre nochmals, sodafs vier Zuflufsrohre vorhanden sind, deren Mündungen derart nach unten gerichtet sind, dafs sie bei normaler Arbeitstiefe des Baggers senk-

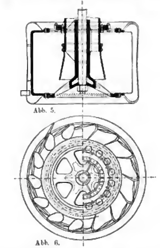


Abb. 5.

Abb. 6.

recht zur Flufssohle stehen. Diese Zuflufsrohre sind nun zum Zwecke der Bodenauflockerung mit Schneidecylindern umgeben, die sich mit dem Rohr in centraler Lage befinden und beim Betriebe des Baggers sich um das Rohr bewegen.



Abb. 7. Baggerhälfte mit Rohrleitung.

zu können. Vor der Stirnwand einer jeden Baggerhälfte befinden sich also vier mit drehenden Schneidecylindern umgebene

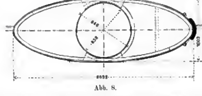


Abb. 8.

Zuflufsrohre. Diese Cylinder berühren sich nahezu, sodafs beim Vorwärtsgang des Baggers eine Rinne entsteht, deren

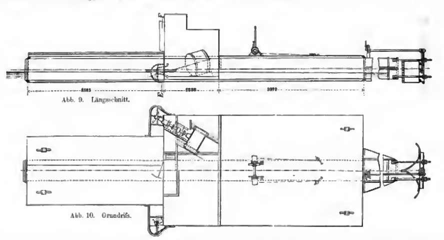


Abb. 9. Längsschnitt.

Abb. 10. Grundrifs.

Bewirkt wird diese Bewegung durch eine im Vorderschiff aufgestellte Zwillings-Verbundmaschine von 300 Pferdestärken, welche die Kraft durch Wellenleitung und Kugelräder überträgt. Die in die Schneidecylinder mündenden Saugerohre sind mit verstellbaren, kegelförmigen Mundstücken versehen, um den Zuflufs, der zu baggernden Bodenart entsprechend, regeln

Breite gleich der Baggerbreite ist, ohne dafs dabei eine seitliche Wanderung des Baggers erforderlich ist.

Die Schneidecylinder bestehen aus einer aus Gufsstahl mit 5 v. H. Nickel hergestellten Trommel, deren Umfang von 14 schaufelartigen Messern gebildet wird (Text-Abb. 4). Unten ist diese Trommel offen; es befindet sich hier nur ein Lager-

kreuz zur Verbindung der Trommel mit der durchgehenden Drehachse. Der obere Theil der Trommel ist durch einen Boden geschlossen; durch denselben hindurch geht das mittels Stopfbuchse gedichtete Zuflufsrohr (Text-Abb. 5 u. 6). Je zwei und zwei der Schneidecylinder drehen sich in entgegengesetzter Richtung, damit der Bagger während der Arbeit nicht zur Seite gedrückt wird. Alle Laufflächen, die dem Angriff des mit Sand gemischten Wassers ausgesetzt sind, werden durch gefiltertes Druckwasser rein gehalten. Die aus dem Vorderschiff heraustretenden Saugerohre werden nebst den Schneidecylindern und der Antriebsvorrichtung von Schwimmern getragen, die unter einander verbunden sind und deren Wasserverdrängung so bemessen ist, dafs ein Heben wie ein Senken derselben bis zu einer Arbeitstiefe von 4,88 m leicht erfolgen kann.

Die Weiterbeförderung des von der Kreiselpumpe angesaugten Sand- und Wassergemisches geschieht durch ein Druckrohr, welches aus Stahlblech hergestellt ist und am hinteren Ende des Baggers austritt. Hier vereinigt es sich mit der schwimmenden Rohrleitung. Letztere besteht aus Blechröhren, welche von 14,5 m langen Schwimmern getragen werden, die ebenfalls aus Stahlblech gefertigt sind (Text-Abb. 7). Der Querschnitt dieser Schwimmer ist ein elliptischer (Text-Abb. 8), damit dem Wind und der Strömung möglichst wenig Angriffsflächen geboten werden. Unter einander sind die einzelnen Rohre mit gedichteten Kugelgelenken verbunden, die eine Bewegung von etwa 10 Grad gestatten. Die Leitung läfst sich demnach in einem entsprechenden Bogen dem Flufsufer zuführen. Um die Druckrohrleitung in jede erforderliche Lage bringen zu können, ist der letzte Schwimmer mit einem kastenförmigen Ausbau versehen, in welchem zwei radial nach beiden Seiten austretende Schiffsschrauben gelagert sind (Text-Abb. 9 bis 11). Diese Schrauben werden je durch einen Elektromotor von dreifsig Pferdestärken betrieben. Unterstützt wird die Wirkung der Schrauben durch eine Steuervorrichtung, die am hinteren Ende dieses Ausbaues angeordnet ist. Diese besteht aus einer doppelt gekrümmten Blechplatte, die sich vermittelst Räder und Zahnstange aus der Mittellage verschieben läfst, sodafs das Verhältnifs der nach beiden Seiten abströmenden Wassermasse geändert und dadurch eine Ablenkung der Rohrleitung herbeigeführt wird.

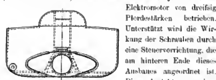


Abb. 11. Schnitt *EF* (Abb 9).

Zur Vorwärtsbewegung besitzt jede Baggerhälfte zwei aus dem Hinterschiff hervortretende Schiffsschrauben. Ferner sind zu beiden Seiten im Vorderschiff, in entsprechenden Ausbuchtungen, eben solche Schrauben angeordnet, die die seitliche Führung des Baggers bewirken. Jede Schraube hat zum Antrieb einen Elektromotor von 120 Pferdestärken. Eine auf Deck aufgestellte Dampfwinde dient zum Einholen zweier Drahtseile, die als Vordertaue benutzt werden. Die seitlichen Führungstaue kommen in Wegfall, da die erwähnten seitlichen Schrauben den Bagger genügend lenkfähig machen. Der Betrieb wird dadurch wesentlich vereinfacht, und dazu erwächst der weitere Vortheil, dafs auch der Schiffsverkehr weit weniger beeinträchtigt wird. Die Vordertaue werden durch Pfähle gehalten, die unter Anwendung von Druckwasser eingetrieben sind. Ein solcher Pfahl besteht aus einem schmiedeeisernen Rohr, ist unten offen und hat oben eine seitliche Oeffnung, durch die das Druckwasser eintritt. Das Seil wird an einem Ring festgemacht, der so an dem Pfahl angebracht ist, dafs der Angriffspunkt des Seiles sich unmittelbar über der Flufssohle befindet, wenn der Pfahl eingetrieben ist, sodafs der Pfahl nur wenig auf Biegung beansprucht wird. Das Eintreiben der Pfähle geschieht von einem Dampfer aus, der dem Bagger als Hülfsschiff beigegeben ist. Diese Arbeit kann in vier bis acht Minuten ausgeführt werden.

Der zum Betriebe der Elektromotoren erforderliche Strom wird auf jedem Gefäfs von einer Dynamomaschine geliefert, die mit einer dreifachen Expansionsmaschine von 800 Pferdestärken gekuppelt ist. Für die Dampferzeugung zum Betriebe aller Maschinen sind auf jeder Baggerhälfte vier Wasserrohrkessel nach der Bauart Babcock u. Wilcox vorhanden, die mit Naphta gefeuert werden.

Der gesamte Baggerbetrieb wird von einem Deckhause aus geleitet, welches auf dem Vorderschiff und in solcher Höhe aufgestellt ist, dafs ein Ueberblick über den ganzen Bagger möglich ist. Durch elektrische und andere Vorkehrungen kann der Baggermeister den gesamten Maschinenbetrieb beeinflussen und leiten. Auch die Vacuum- und Druckmesser der Pumpenleitungen und die sonstigen Ueberwachungsvorrichtungen sind hier aufgestellt. Wird der Bagger auf die Arbeitsstelle gebracht, so erfolgt seine vorläufige Feststellung durch starke, hölzerne Balken von geviertförmigem Querschnitt, die durch eingebaute Schachte herabgelassen werden und durch den Fall in das Flufsbett eindringen. Bei Beginn der Arbeit werden diese Balken wieder hochgezogen.

Zu dem Bagger gehört noch ein Tenderschiff, das mit Arbeitsmaschinen zur Ausführung von Ausbesserungen und mit Druckwasserpumpen zum Eintreiben der Ankerpfähle versehen und zur Aufbewahrung von Materialien und Geräthen eingerichtet ist. Das Schiff hat Schrauben zur Selbstbewegung und soll auch als Schlepper dienen.

Die Ergebnisse der Probebaggerungen, welche durch den Abnahme-Ausschufs der russischen Regierung ermittelt wurden, sind nachstehend zusammengestellt:

	1. Baggerhälfte	2. Baggerhälfte
Länge der Arbeitsstrecke . .	309 m	658 m
Zeitdauer der Baggerung . .	$37\frac{1}{2}$ Min.	180 Min.
Vorwärtsbewegung des Baggers in der Minute	8,29 m	3,655 m
Mittlere Tiefe des Einschnitts .	0,754 m	1,087 m
Geförderter Boden in der Stunde	3465 cbm	2190 cbm
Bodenart	Feiner, fester, mit Thon versetzter Sand	Sehr feiner Sand, theils fest gelagert, theils lose.

Diese Angaben beziehen sich auf je eine Baggerhälfte, ein Zusammenarbeiten beider Hälften hat nicht stattgefunden. Von dem Ausschufs ist der Bagger für fähig erklärt worden, 2700 cbm in der Stunde mit einer Hälfte, und 5400 cbm mit beiden Hälften zusammen zu fördern. Die Baggermassen sind durch Peilungen vor und hinter dem Bagger ermittelt worden.

Die neue Strafsenbrücke über den Main bei Miltenberg.

Dreigelenkbögen aus Bruchsteinmauerwerk.

Vom Bauamtmann Eduard Fleischmann in Aschaffenburg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 35 im Atlas.)

Das Bestreben zur Wiederheranziehung des Verkehrs vom rechten Mainufer nach Miltenberg, welcher seit Mitte dieses Jahrhunderts durch verschiedene Mafsnahmen von der Stadt Miltenberg abgelenkt worden war, das Bedürfnifs nach Ermöglichung einer Erweiterung der Stadt am rechten Mainufer sowie einer leichteren Bewirthschaftung des dortigen Miltenberger Grundbesitzes, endlich die durch gesichertes Zustandekommen der Localbahn Miltenberg-Stadtprozelten mit Bahnhof Miltenberg am rechten Ufer inzwischen gelohnte Absicht einer Förderung der Eisenbahnfrage des oberen Mainthales (Linie Wertheim-Miltenberg im engeren, Würzburg-Worms im weiteren Sinne) drängte die Stadt Miltenberg zur Erbauung einer festen Brücke über den Main. Dem Verfasser oblag die Aufgabe, die seit 1892 auftauchenden zahlreichen Entwürfe zu derjenigen Reife zu führen, die ihre eingehende Würdigung sowohl seitens der Stadtverwaltung als der Aufsichtsbehörden ermöglichte. Als Sieger aus dem Kampfe ging schliefslich der unter Mitwirkung des Verfassers und seines Mitarbeiters, des Staatsbaupraktikanten J. B. Bosch entstandene Entwurf der Tiefbau-Unternehmung Grün u. Bilfinger in Mannheim für eine Gelenkbogenbrücke aus Buntsandstein-Bruchsteinen mit Bleieinlagen als Gelenken hervor, die als das erste Bauwerk seiner Art in Bayern, als das erste in rauhem Bruchsteinmauerwerk erstellte derartige Bauwerk überhaupt, in den Jahren 1898 und 1899 durch die genannte Firma zur Ausführung gelangte. Seine architektonische Gestaltung verdankt der Entwurf der Unterstützung durch Herrn Geheimen Oberbaurath Professor Hofmann in Darmstadt. Die im Verdingungsvertrage vom 28. Februar 1898 mit den Herren Grün u. Bilfinger vereinbarte Pauschsumme für die Ausführung der Gesamtarbeit mit 405 000 ℳ vertheilt sich auf die Einzelbauten wie folgt:

1.	Mainbrücke selbst	269 905,72 ℳ
2.	Die beiden linkseitigen Brückenanfahrtsrampen mit Treppenanlage für den Aufgang an der Ziegelgasse und mit Zwillingsdurchfahrt neben der Brücke in der unteren Rampe	55 292,95 „
3.	Rechtseitige Brückenanfahrt	6 794,94 „
4	Brückenthorthurm	19 959,40 „
5.	Erhöhung der Mainstrafse zwischen der unteren Brückenrampe und dem Schulhause	2 704,96 „
6.	Fluthquerschnitterweiterung rechts mit Rückverlegung des Sommer- und des normalen Leinpfads, dann mit Abgrabung des Vorlandes auf Niedrigwasser	22 332,68 „
7.	Correction am linken Ufer, dann Fahrwasserregelung nächst der Brücke	16 477,75 „
8.	Ländeplätze längs der unteren Stadt	11 531,60 „
	Zusammen wie oben	405 000,00 ℳ

Den Aufwand für Grunderwerbung, Bauleitung, Bauaufsicht, Anpassung der in die Mainstrafse einmündenden Strafsen und Gäfschen, sowie der angrenzenden Anwesen bestritt die Stadt auf eigene Rechnung.

Beschreibung der Brücke.

Allgemeine Anordnung. Die Brücke überschreitet den Main mit sechs Oeffnungen — drei Strom- und drei Fluthöffnungen — auf einer Stromschnelle oberhalb des Beginnes einer scharfen Flufskrümmung (Abb. 8 Bl. 35). Auf der Stadtseite schliefst die Brücke vor der jetzigen Mainstrafse vorläufig, bis zur späteren Schaffung einer hochwasserfreien Zufahrt nach der Hauptstrafse der Stadt, mit einer als Treppenaufgang ausgebildeten Terrasse ab. Als Zufahrt zur Brücke dienen hier zwei seitliche Rampen, von denen die flufsaufwärtige mit gerader Achse, und die flufsabwärtige mit elliptischer Achse in die auf das zulässige Mafs (5.00 m Miltenberger Pegel) erhöhte Mainstrafse mündet. Die untere Rampe hat anschliefsend an die Treppenanlage eine gewölbte Doppeldurchfahrt von je 8 m Lichtweite erhalten. Am rechten Ufer führt der in der verlängerten Brückenachse angelegte, kurze Zufahrtsdamm zur neuen Districtsstrafse über Grofsheubach in das Röllbachthal und zu der künftigen Strafse in das Steinindustriegebiet des Obermainthales. Das rechtseitige Ufer war zwecks Schaffung des erforderlichen Durchflufsquerschnittes für bordvolle, höhere Mittelwasser zurückzuverlegen. Am rechten Ufer wurde ein Fluthquerschnitt in Höhe des höchsten flofsbaren Mainstandes (2,40 m M. P.) geschaffen, um jeden schädlichen Aufstau von der Stadt fernzuhalten. Der seitherige Schiffahrtsweg lag am nächsten dem mittleren Strombogen: er wurde in die Mitte dieser Oeffnung verlegt und auf 0,20 m unter Flufsnormalsohle in einer Breite von 22 m durch Baggerung in schwerem, festgelagertem Gerölle ausgetieft.

Die Lichtweiten der sechs Oeffnungen sind symmetrisch vertheilt (Abb. 1 Bl. 35) und betragen in Höhe der Bogenanfänger (+ 5,40 m M. P.) gemessen für die beiden mittleren Bögen 34,20 m, für die beiderseits hieran anschliefsenden Bögen 32,70 m und für die beiden Landbögen 31,20 m mit 4,218, 4,506, 3,847, 4,760, 3,426 und 4,910 m Pfeilhöhe. Die Gesamtlänge der Brücke beträgt 223 m. Die Brückenfahrbahn ist 4,40 m, die beiderseits anschliefsenden erhöhten Gehwege sind je 1,50 m breit. Der Längenschnitt der Brücke (Abb. 2 Bl. 35) ist parabelförmig gestaltet; die gröfste Steigung der Parabel beträgt 1,39 v. H. Die Lichthöhe der Schiffahrtsöffnung beträgt 6,70 m über höchstem schiffbaren Wasserstand (+ 3,70 m M. P.), der Durchflufsquerschnitt für das aufsergewöhnliche Hochwasser 1845 1252 qm, der Brückenstau hierfür 0,20 m.

Gründung (Abb. 2 Bl. 35). Die Widerlager wie die Pfeiler sind auf Buntsandsteinfelsen gegründet. Die Fundamentsohlen liegen unter Niedrigwasser (+ 0,70 m M. P.): linkseitiges Widerlager 2,65 m, Pfeiler I 2,05, II 2,07, III 3,63, IV 1,86, V 1,95, rechtseitiges Widerlager 2,35 m. Als Fundamentpressungen treten an den beiden Widerlagern 4,81 kg/qcm gleichmäfsige Pressung und 6,42 bis 6,15 kg/qcm Kantendruck auf.

Bei Pfeiler I, II und IV, sowie beim rechtseitigen Widerlager wurde auf den Felsen eine 1 m hohe Betonschicht 1:3:6, bei Pfeiler III eine solche von 1,35 m Stärke eingebracht und gestampft. Bei Pfeiler V und dem linkseitigen Widerlager wurde unmittelbar auf den Felsen gemauert. Das Fundamentgemäuer ist rauhes Bruchsteinmauerwerk in Portlandcementmörtel 1:1:5.

Widerlager und Pfeiler. Die Widerlager wurden als verlorene ausgeführt; die Blendmauern (am rechtseitigen Widerlager als Grundbogen unter Bodenhöhe hergestellt) reichen bis auf den Felsen hinab. Die Pfeiler haben eine schwach geschweifte Form mit 3,10 m Stärke in Kämpferhöhe erhalten.

9 t Hinterachsengewicht und in einer gleichmäfsig vertheilten Last von 450 kg/qm Menschengedränge, sowie für ein durch Proben gefundenes Einheitsgewicht des Mauerwerks von 2,25 und für 25 kg/qcm gröfste Kantenpressung gerechnet war. Danach wurden auch die Lehrgerüste auf dem Reifsboden abgebunden. Der spitze Uebergang des so gefundenen Leibungsbogens in den Pfeiler wurde durch einen an den Pfeiler mehr tangential anschliefsenden, abrundenden Bogen ersetzt.

Die Scheitelstärken betragen bei Bogen I und IV 70 cm, bei den übrigen Bögen 75 cm, die entsprechenden Kämpferstärken sind 80 und 85 cm. Die Berechnung der Bögen nach Belastungsscheiden und die Bleiplattengelenke bedingen, dafs



Abb. 1.

Die Vorköpfe sind spitz, die Hinterköpfe abgerundet. Die flufsaufwärts gerichteten Pfeilerköpfe sind gegen die seltenen, aber dann starken Main-Eisstöfse durch Eisen gesichert. Der Pfeileraufbau ist mit Zinnenquadern gekrönt.

Das aufgehende Mauerwerk ist über Bodenhöhe (bei den Strompfeilern über Niedrigwasser) Bruchsteinmauerwerk 1:1:6. Die Sichtflächen sind mit hammerrecht und bossenartig bearbeiteten Bruchsteinen von beliebiger Höhe, also mit nicht durchlaufenden Schichten verkleidet. Die Ecken der Widerlager und die Pfeilerköpfe sind mit Bossenquadern verkleidet, die in den Vorköpfen unter sich verklammert sind. Die Kappenquader sind scharrirt (Abb. 5 u. 7 Bl. 35).

Gewölbe. Die 7 m breiten Gewölbe sind durch Einlage von Bleiplatten im Scheitel und an den Kämpfern als Dreigelenkbögen hergestellt (Abb. 2 Bl. 35). Die Leibung ist nach einer regelmäfsig verlaufenden Curve gebildet, die sich aus den Abscissen und Ordinaten in Bezug auf eine durch die Scheitelmitte gelegte Wagerechte ergiebt und für eine Verkehrslast, bestehend in einer Strafsenwalze von 6 t Vorderachsen- und

die Gewölbestärke nach der Bruchfuge hin zunimmt. Die Gewölbestärke in der Bruchfuge beträgt bei Bogen I 90 cm, Bogen II 92 cm, Bogen III und IV 93 cm, Bogen V 88 cm und Bogen VI 80 cm.

Die Bleiplatten sind 2 cm stark; ihre Breiten betragen in cm: bei Bogen I und II 14,5 (Kämpfer) und 13,0 (Scheitel), bei Bogen III 15,0 (Kämpfer) und 13,5 (Scheitel), bei Bogen IV 14,5 (Kämpfer) und 12,5 (Scheitel), bei Bogen V 13,0 (Kämpfer) und 10,5 (Scheitel), bei Bogen VI 11,5 (Kämpfer) und 9,5 (Scheitel). Die Bleiplatten sind zwischen zwei Gelenkquader verlegt, deren Stärke in den Kämpfergelenken unter dem Blei 0,55 m, über dem Blei 0,50 m, im Scheitel je 0,45 m beträgt. Die Höhenabmessungen dieser Quader sind in den Kämpfern unter dem Blei 1,20 m, über dem Blei 1,05 m, im Scheitel je 0,75 m. Diese Gelenkquader übertragen den in den Bleiplatten vereinigten Druck von dem Bruchsteinmauerwerk der Gewölbe auf dasjenige der Widerlager.

Die Meistbeanspruchung des Gewölbemauerwerks beträgt, wie bereits erwähnt, 25 kg/qcm. Nach den Versuchen

Bauschingers mit Mauerwerk- und Mörtelkörpern, sodaan mit Buntsandstein (Wochenblatt für Baukunde 1887, Seite 315), bietet diese Beanspruchung noch eine zehnfache Sicherheit. Die Bleiplatten werden mit 120 kg/qcm gedrückt. Diesen Druck von 120 kg/qcm haben nach die das Blei einschliefsenden Gelenkquader aus Buntsandstein aufzunehmen; sie nehmen ihn auch, da die Druckvertheilung nicht über den ganzen Stein erfolgt, sondern sich nur auf einen Streifen von der Breite der Bleiplatte (etwa $^1/_6$ der Quaderhöhe) vollzieht, nach den Versuchen von Durand-Claye (Annales des ponts et chaussées 1887, S. 230) und Professor Bach, Stuttgart (Deutsche Bauzeitung 1895, S. 343) noch mit einer achtfachen Sicherheit auf. (Steinbrücken von grofser Spannweite mit gelenkartigen Einlagen, ausgeführt von der Kgl. Württembergschen Ministerialabtheilung für Strafsen- und Wasserbau, S. 4.) — Din Entwässerung der Gewölbe und der über diesen durchgeführten Entlastungsräume erfolgt nach einem tiefsten Punkt durch die Kämpferabrundung unter der unteren Kämpferquaderschicht mittels schottischer Gufsrohre von 110 mm Durchmesser.

Die Gewölbe sind aus keilförmigen Bruchsteinmauerwerk des Mischungsverhältnisses $1:1^1/_4:3$ hergestellt. Die Sichtflächen der Leibungen sind gespitzt, diejenigen der Gewölbestirnen bossenartig behandelt; die Stärke der Fugen beträgt 12 mm. Din Gelenkquader sind in der Leibung rauh gespitzt, an der Stirne bossenartig bearbeitet, dia Lager sind sauber scharrirt. Diese Gelenkquader sind die einzigen Hausteine im Gewölbe. Nach der Ausrüstung bekamen die Gewölbe einen 3 cm starken Cementglattstrich. Die Sichtflächen der Gewölbestiromauern sind wie diejenigen der Widerlager hammerrecht und bossenartig, ohne durchlaufenda Lagerfugen gehalten und unregelmäfsig in die Gewölbestirnen übergeführt, sodafs sich die gröfste Gewölbestärke in den Bruchfugen für das Auge nicht bemerkbar macht.



Abb. 2. Bauzustand am 11. Februar 1899.

Der Aufbau über den Gewölben (Abb. 3 u. 5 Bl. 35) besteht aus den beiden Stirnwänden, sowie aus drei, din üblichen Entlastungsbögen ersetzenden Längswänden, din parallel mit den Stirnwänden laufen and zur Aufnahme der die Fahrbahn tragenden Betondecke dienen. Sie siehen über die ganze Brückenlänge von der einen senkrechten Widerlagerabschlufsmauer zur andern, über jeder Gelenkfuge, ebenso wie die beiden Stirnmauern, durch eine Temperaturfuge und über den Pfeilern durch einn auch als Durchgang dienendn Entwässerungsöffnung (2,0 × 0,8 i. l.) unterbrochen. In den Stirnmauern sind die Temperaturfugen in din Ecken der Pfeileraufbauten geführt, um sie dem Auge möglichst zu entziehen.

Die auf den Längswänden ruhende, die Fahrbahn und die Gehwege tragende Betondecke hat in Brückenmitte eine Stärke von 14 cm, seitlich einn solche von 11 cm. Ihre Tragfähigkeit ist durch einbetonirte, 50 × 2 mm starke Bandeisen verstärkt. die in 25 cm Entfernung von Mitte zu Mitte an auf den Längswänden ruhenden Walzbalken (D. N.-P. 12 u. 15) aufgehängt sind und zur innigeren Verbindung des Betons mit dem Eisenwerk im Winkel aufgebogene Aushauungen besitzen. Die Betonmischung ist 1:2:4. Ueber den Temperaturfugen der Längswändn ist die Betondecka ebenfalls unterbrochen; sie ist hier mit U-Eisen eingefafst, von denen das eine ein aufgenietetes Blech trägt, das auf dem andern gleitet (Text-Abb. 3).

Abb. 3.

Um die Betontafel und damit die Gewölbe selbst gegen Eindringen von Sickerwasser zu schützen, ist sie mit einem Asphaltfilzplattenbelag abgedeckt, der in die Betonunterlagen der Gehwegplatten eingreift. Din Entwässerung wird durch über den Gewölbescheiteln angebrachte Gufsrohre besorgt, in welch letztere auch das Tagwasser der Brückentafel eingeführt ist.

Die Fahrbahn ist gepflastert. Die erhöhten Gehwege sind aus Sparbeton des Mischungsverhältnisses 1:15 herge-

stellt und mit geprefsten Cementplatten belegt. Im Sparbeton sind die Consolen des Brückengesimses verankert. Das Brückengeländer ist der Ersparnifs an Gewölbebreite wegen aus Gufseisen hergestellt.

Auf der Stadtseite schliefst die Brücke mit einem Thorthurm (Abb. 3 u. 4 Bl. 35), der Dienstzimmer und Wohnung des Zolleinnehmers enthält, ab; in ersterem ist auch der staatliche, selbstschreibende Luftdruckpegel aufgestellt. Am rechten Ufer ist der Brückenabschlufs durch zwei gufseiserne Fahnenständer bezeichnet.

Die Anfahrtsrampen haben 4,80 m Fahrbahnbreite und beiderseitige erhöhte Gehwege von je 1,50 m Breite erhalten. Von den beiden stadtseitigen Rampen ist die flufsaufwärtige mit 3,76 v. H., die flufsabwärtige mit 3,08 v. H. in die neugebaute Mainstrafse hinabgeführt. Die Schaffung einer hochwasserfreien Zufahrt zur Brücke hat die Stadtverwaltung bis zur gelegentlichen Erwerbung der benöthigten Anwesen verschoben. Die rechtseitige Zufahrt ist mit einer 1:250 ansteigenden Tangente zur Brückenparabel in die Districtsstrafse übergeführt. Zur Befriedigung des Bedürfnisses des am rechten Mainufer bereits in der Entstehung begriffenen neuen Stadttheiles wurde jeder Brückenpfeiler flufsaufwärts und flufsabwärts mit gufseisernen Candelabern gekrönt und die Wasserleitung über die Brücke unter der Betondecke der Entlastungsräume in schmiedeeisernen galvanisirten Rohren unter Einschaltung zweier kupferner Temperaturröhren in ⌒-Form hindurchgelegt.

Baustoffe. Die Brücke ist in der Hauptsache aus Buntsandstein-Bruchsteinen, sogen. Mauersteinen der nächsten Umgebung erbaut. Zu den wenigen Hausteinen sind vorherrschend gestreifte Buntsandsteine aus der Mainhölle ihrer grofsen Billigkeit wegen gewählt, insbesondere für die Bossenquader der Pfeiler, die Pfeilerkappenquader, die Gelenkquader, die Consolen und Gesimsdeckplatten. Die reinrothen Steine sind den Brüchen der Stadt Miltenberg an der Strafse nach Walldürn entnommen. Solche reinrothen Steine sind verwandt zu den Zinnenquadern der Pfeiler, zu den Deckeln der Steinbrüstung am Thorthurm, ferner zu den Profilsteinen, Fenstern und Thürgestellen des Thorthurmes. Als Cement wurde Portlandcement von Karlstadt a. Main, als Kalk Schwarzkalk vornehmlich zu dem Mörtel der Fundamente, Weifskalk vornehmlich zum Mauerwerk über Wasser verwandt. Der Sand ist sämtlich aus dem Main in unmittelbarer Nähe der Baustelle geschöpft. Das Fahrbahnpflaster besteht aus Buntsandsteinfindlingen.



Abb. 4. Bauzustand am 8. Mai 1899.

Bauausführung.

Die Brücke und sämtliche Zubehörungen wurden in der Zeit vom März 1898 bis December 1899 ausgeführt (Abb. 9 Bl. 35). Im Jahre 1898 erfolgte vornehmlich die Ausführung der gesamten Gründungsarbeiten, sowie die Aufmauerung der Pfeiler und Widerlager, endlich in der Hauptsache die Fluthprofilabgrabung, im Winter 1898/99 die Anschüttung der Auffahrten und der Umbau der Mainstrafse, im Jahre 1899 die Fertigstellung sämtlicher übrigen Arbeiten. Die Text-Abb. 2, 4 und 5 zeigen den Zustand des Brückenbaues beim Pfeileraufbau, bei der Wölbarbeit usw.

Von Interesse dürften folgende, auf die Brücke selbst bezügliche Einzelheiten sein. Die Wasserhaltung geschah überall mittels einer einfachen hölzernen Spundwand und einer Kreiselpumpe (22 cm Rohr); nur beim rechtseitigen Strompfeiler waren zwei Kreiselpumpen (eine von 11 cm und eine von 22 cm Rohrweite) in Thätigkeit.

Die hölzernen Spundwände schlug die Bauunternehmung ohne Leitpfähle in sehr bewährter Weise nach Text-Abb. 6 bis 8, und zwar meistens mit Eckverbindung aus

⊔-Eisen. Der schwach konische Eingriff der Federn bewirkte eine vorzügliche Dichtung.



Abb. 6. Hölzerne Eckverbindung. Abb. 7. Eiserne Eckverbindung. Abb. 8. Spitze der ⊔-Eisenverbindung.

Beim rechtseitigen Strompfeiler lag der gesunde Felsen von genügender Stärke unvermuthet tief, und zur Erreichung desselben mufste eine schwächere, höher liegende Felsplatte mit Letten im Liegenden durchbrochen werden. Zu diesem Zwecke wurde hier nach Aushub der Baugrube bis auf diese schwache Felsplatte im Schutze der hölzernen Spundwand eine eiserne aus I-Trägern (Text-Abb. 9) innerhalb und unmittelbar nebenan bis in den genügend mächtigen Felsen hineingeschlagen, worauf die schwache Felsplatte zertrümmert und der genügend mächtige gute Felsen erreicht werden konnte. Die hölzernen Spundwände wurden überall, die eisernen Spundwände, so weit sie für die Schiffahrt gefährlich waren, wieder entfernt.

Abb. 9.

Der Mörtel des Mauerwerks über Bodenhöhe bezw. über Niedrigwasser wurde vorherrschend mit der Mörtelmaschine hergestellt; sein Mischungsverhältnifs war 1:1:6. Der hierbei verwendete Weifskalk wurde an Ort und Stelle gelöscht, eingesumpft und in Form von Milch (statt Wasser) dem Mörtel zugesetzt.

Die gestützten Lehrgerüste der drei Landbögen und des linkseitigen Strombogens bestanden aus fünf Gebinden, die von Mitte zu Mitte 1,60 m Entfernung hatten und auf eingerammte Pfähle mittels Schraubenspindeln aufgestellt waren. Die Durchfahrt durch den Schiffahrtsbogen, der während des Baues auch noch der Flofsfahrt diente, war für 18 m Fahrweite und 7,80 m Höhe über Niedrigwasser durch Einschaltung von eisernen Fachwerkträgern in die fünf Lehrgerüstgebinde bewerkstelligt. Ein gleiches Lehrgerüst wurde für den rechtseitigen Strombogen gewählt (Abb. 2 u. 6 Bl. 35), um während des Baues bei Hochwasser Schiff- und Flofsfahrt nöthigenfalls durch den rechtseitigen Strombogen dem Ufer entlang leiten zu können. Infolge des geringen Pfeiles der flachen Bogen ruhte das ganze Gewicht eines Bogens auf dem Lehrgerüste. Die Reibung zwischen Holz und Mauerwerk vernichtete die schiebende Wirkung, sodafs das Gewölbe eines Bogens vollständig geschlossen werden konnte, ohne das Lehrgerüst des nächstfolgenden Bogens zu belasten. Die Lehrgerüste erhielten im Scheitel eine Ueberhöhung von 10 cm. Vor Beginn des Wölbens wurde das Lehrgerüst durch Aufbringung des Wölbematerials gleichmäfsig belastet.



Abb. 5. Bauzustand am 12. Juli 1899.

Die Aufmauerung der Gewölbe geschah mittels hölzerner, künstlicher Widerlager, die auf die Lehrgerüste fest verklammert und gegen diese verstrebt waren, von sechs Stellen aus. Jede zweite Schichte wurde radial abgeglichen. Die Fertigstellung eines Gewölbes erforderte durchschnittlich sechs Arbeitstage. Irgend welche Risse, auch Haarrisse, zeigten sich weder beim Gewölbeschlufs noch beim Ausschalen der Gewölbe.

Nach Versetzen der unteren Quaderschicht wurden sowohl die Lagerfuge gegen das Widerlager, als auch die Stofsfugen mit Cementmörtel ausgegossen, hiernach die Bleiplatten mit Bleidollen auf die Quader angeheftet, dann die obere Kämpferquaderschicht versetzt. Die Text-Abb. 10 läfst die Bearbeitung des oberen Kämpferquaders näher erkennen. Es ist hier die Bleifuge vor der Ausschalung des

Gewölbes gezeichnet; die Text-Abb. 11 zeigt die Fuge nach der Gewölbeausschalung am Kämpfer des Bogens 1 nächst dem stadtseitigen Widerlager. Die Stofsfugen dieser oberen Kämpferquaderschicht wurden auch sofort ausgegossen unter Abdichten derselben gegen die Gelenkfuge mit Letten. Letztere blieb bis nach Vollendung des Gewölbeüberbaues auf und wurde dann oberhalb des Bleies mit Asphalt ausgegossen.

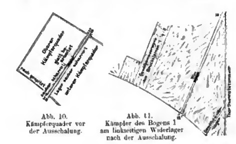


Abb. 10. Kämpferquader vor der Ausschalung.

Abb. 11. Kämpfer des Bogens 1 am linksseitigen Widerlager nach der Ausschalung.

Die Gelenkfuge der Schlufsquader zeigte nach dem Ausschalen meist eine jedoch nicht wesentliche Verengung nach oben; die Scheitelgelenkfuge wurde ganz offen belassen.

Die Ausrüstung wurde nicht unter vier Wochen nach Schlufs der Gewölbe vorgenommen, um den beiden Gewölbetheilen genügende Zeit zur Erhärtung zu lassen. Die Stärke der Bleiplatten verminderte sich beim Ausschalen der Lehrgerüste an den Bögen 1, 11 und IV ganz unmerklich, während sie bei den übrigen Bogen um 2 bis 6 mm abnahm.

Die Scheitelsenkungen sind folgende:

Bogen-Nr.	Nach dem Ablassen eingetretene Scheitelsenkungen (bei Ablafstemperatur) mm	Berechnete Mafse	
		ohne Rücksicht auf Bleiveränderung mm	mit Rücksicht auf Bleiveränderung mm
Bogen Nr. I, abgelassen bei + 22°C.	65	63	63
„ „ II, „ „ + 19°C.	64	52	60
„ „ III, „ „ + 19°C.	114	54	92
„ „ IV, „ „ + 18°C.	68	48	66
„ „ V, „ „ + 19°C.	77	38	61
„ „ VI, „ „ + 15°C.	27	34	34

Während des Baues wurde der gelieferte Portlandcement vom mechanisch-technischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule München mit folgendem Ergebnifs der Zugfestigkeitsproben untersucht:

Mischung 1 : 0 nach 7 Tagen 46,1 kg/qcm, nach 28 Tagen 51,2 kg/qcm.

„ 1 : 3 (Normalsand) nach 7 Tagen 20,0 kg/qcm, nach 28 Tagen 24,1 kg/qcm.

An der Baustelle wurden ständig nach den Normen Prüfungen vorgenommen. In Hinsicht auf Volumenbeständigkeit und Abbindezeit wurden sehr gute Ergebnisse erzielt. Die Festigkeitsproben, vorherrschend unter Verwendung des für die Mörtelbereitung ausschliefslich benutzten Mainsandes angefertigt, hatten folgende Durchschnittsergebnisse:

Mauerwerkgattung	Mischung	Zugfestigkeit für 1 qcm	
		nach 7 Tagen kg	nach 30 Tagen kg
	Reiner Cement	27,92	31,44
1898	1 Cement : 3 Normalsand	17,48	21,59
	1 Cement : 3 Mainsand	8,07	11,98
für Fundamentgemäuer	1 Cement : 1 Kalk : 5 Sand (Mörtel mit Hand hergestellt)	—	5,57
für Gewölbewiderlager	1 Cement : 1/4 Kalk : 3 Sand (Mörtel mit Hand hergestellt)	5,39	10,67
für Gewölbe	1 Cement : 1/4 Kalk : 3 Sand (aus Mörtelmaschine entnommen)	6,62	9,69
1899	1 Cement : 3 Normalsand	18,98	24,03

Der Umbau der Mainstrafse erfolgte in einer den Entwurf weit überschreitenden Ausdehnung; hierin sind die erhöhten Gesamtbaukosten vornehmlich begründet.

Durch Neuregelung des in Mitte des Schiffahrtsbogens verlegten Fahrwegs, dann in infolge Ausbaggerung eines besonderen Flöfserfahrweges durch den rechtseitigen Strombogen ergab sich eine Menge Baggergut, das zur Anlage bequemer Ländeplätze längs der ganzen Stadt zweckmäfsigste Verwendung fand.

Die Bauausführung wurde unter Oberleitung des Verfassers durch die Bauunternehmung Grün und Bilfinger in Mannheim auf Rechnung der Stadt Miltenberg bethätigt. Die Bauleitung war städtischerseits in die Hände des Staatsbaupraktikanten J. B. Bosch, seitens der Unternehmung in die Hände des Bauführers Ferdinand Hormuth gelegt, welchen gegen Schlufs Bauführer Paul Hain ablöste. Dem Staatsbaupraktikanten Bosch stand für die Bauaufsicht der Techniker L. Mirling zur Seite.

Die reinen Baukosten ohne Bauverwaltung und ohne Grunderwerbung haben betragen 448 209 *M*, die Gesamtkosten 539 932 *M*.

Es wurden folgende Einheitspreise gezahlt:

1 cbm Mauersteine (Lieferung an Ort und Stelle)	3,30 *M*
1 cbm Wölbsteine für Stirn und Leibung . .	6,00 „
1 cbm Sand	1,5 bis 1,6 „
1 Doppelcentner Cement (100 kg)	3,55 „
1 Ctr. Weifskalk ungelöscht	1,00 „
1 Ctr. Schwarzkalk ungelöscht	0,90 „
1 cbm Bruchsteinmauerwerk 1:1:5 und 1:1:6 ausschliefslich Materialien herzustellen bis N.W.	3,00 „
1 cbm Bruchsteinmauerwerk herzustellen über N. W.	4,00 „
1 cbm Gewölbemauerwerk ausschl. Materialien	6,00 „
Versetzen der Hausteine (Bossenquader, Pfeiler) f. 1 cbm	6,00 „
Bossenquader für Pfeiler (Liefern an Ort und Stelle) f. 1 cbm	43,00 „
Pfeilerkappen (scharrirt) f. 1 cbm	56,00 „
Gesimssteine (Consolen, Zwischenstücke, Abdeckplatten) f. 1 cbm	56,00 „
Bossirte Eckquader am rechten Widerlager . .	43,00 „
Zinnenquader auf Pfeiler	78,00 „

Scharrirte Sockel- und Eckquader für Zwillingsdurchfahrt f. 1 cbm	50,00 *M*
Treppentritte, Podestplatten f. 1 cbm	45,00 „
Abdeckgurte (Treppe und Zwillingsdurchfahrt)	56,00 „
Abdeckplatten für Stützmauer f. 1 cbm	70,00 „
Treppentritte im Thorthurm f. 1 cbm	55,00 „
Schichtsteine, Profilsteine f. 1 cbm	80,00 „
Geländersäulen f. 1 cbm	65,00 „
Glatte Consolen am Thorthurm (möglichst reinroth)	80,00 „
Holz für Gebälke im Thorthurm f. 1 cbm	60,00 „

Die Probebelastung wurde am Mittwoch, 6. December 1899 mit einer Dampfstrafsenwalze von 300 Ctr. Gewicht (6 Tonnen Vorderachsen- und 9 Tonnen Hinterachsengewicht) vorgenommen.

Die Gehwege von Bogen IV und V waren aufserdem mit den beiden Balkenträgern des abgerüsteten elektrischen Brückenkrahns von je rd. 100 Ctr. Gewicht belastet.

Es war unter jedem Landbogen eine Schreibvorrichtung aufgestellt; hierdurch wurden die Senkungen der bezüglichen Gewölbe nach Uebertragung durch drei herabhängende Latten auf Hebel in zehnfacher Vergröfserung erhalten.

a) Fahrt der Walze vom linken auf das rechte Ufer (in mäfsiger Fahrt, Brückensteigung etwa 0,9 v. H.)

1. Fahrt	Bogen I	Senkung 0,5 mm
2. Fahrt	Bogen I	„ 0,8 mm
daher im Mittel	Bogen I	Senkung 0,7 mm.
1. Fahrt	Bogen V	Senkung 0,5 mm
2. Fahrt	Bogen V	„ 0,5 mm
daher im Mittel	Bogen V	Senkung 0,5 mm.
1. Fahrt	Bogen VI	Senkung 0,5 mm
2. Fahrt	Bogen VI	„ 0,5 mm
daher im Mittel	Bogen VI	„ 0,5 mm.

b) Fahrt vom rechten auf das linke Ufer (in rascherer Fahrt, Brückengefälle 0,9 v. H.)

1. Fahrt (auszuschliefsen, da d. Hebel aus d. Angel ging)	Bogen I	Senkung 2,0 mm
2. Fahrt	Bogen I	Senkung 1,1 mm
daher im Mittel	Bogen I	Senkung 1,1 mm.
1. Fahrt	Bogen V	Senkung 0,8 mm
2. Fahrt	Bogen V	„ 0,8 mm
daher im Mittel	Bogen V	Senkung 0,8 mm.
1. Fahrt	Bogen VI	Senkung 0,8 mm
2. Fahrt (auszuschliefsen, da d. Hebel aus d. Angel ging)	Bogen VI	„ 2,0 mm
daher im Mittel	Bogen VI	Senkung 0,8 mm.

Die Zeiger gingen alsbald wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück, bleibende Senkungen traten also nicht ein.

Die Uebertragung des Druckes eines Bogens auf die andern durch die Bleigelenke konnte durch eine schwingende Bewegung der Zeiger selbst an Bogen I beobachtet werden, als die Walze über Bogen VI fuhr, (namentlich beim jedesmaligen Stande der Walze über einer Bleifuge).

Aschaffenburg, im December 1899.

Anhang.

Berechnung der Brücke.

(Verfasser: Baupraktikant J. B. Bosch.)

Bestimmung der Bogenform und Gewölbestärke.

A. Bogenform.

Die Strafsenbrücke über den Main bei Miltenberg gehört zu der Klasse der Steinbrücken mit gelenkartigen Einlagen (Bauart Leibbrand). Die Berechnungsweise der Brücke ist die bei eisernen Dreigelenkbogen längst übliche, wobei für jeden Querschnitt durch die sogenannte Belastungsscheide und die Einflufslinie der Momente jene Lastenstellungen ausfindig gemacht werden, die die Grenzlagen der Drucklinien im Querschnitt ergeben. Es wären für einen ins Auge gefafsten lothrechten Schnitt für diese ungünstigsten Lastenstellungen eigentlich die zwei durch die beiden Kernpunkte K u. K' (Text-Abb. 12) sich ergebenden Belastungsscheiden G u. F zu wählen; diese zwei Belastungsscheiden weichen indes von der mittleren, dem Bogenschwerpunkt zugehörigen Belastungsscheide E wenig ab, sodafs bei der Rechnungsdurchführung mit einem sehr geringen Fehler nur diese eine Belastungsscheide des zur Berechnung zunächst angenommenen Bogens für die zwei ungünstigsten Lastenstellungen zu Grunde gelegt werden kann. Durch unten abgeleitete Gleichungen wurden für jeden Querschnitt dieses Bogens mit der Abscisse x eines durch den Bogenscheitel gelegten rechtwinkligen Coordinaten-

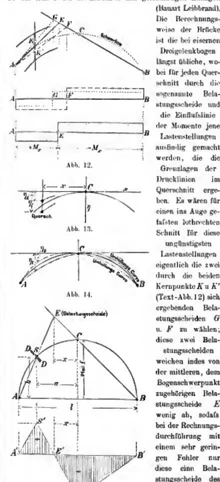


Abb. 12.
Abb. 13.
Abb. 14.
Abb. 15.

systems $x\,\eta$ die Ordinaten η_I und η_{II} der Drucklinienpunkte gesucht (Text-Abb. 13). Die Verbindungslinien der η_I u. η_{II} sind demzufolge die geometrischen Orte der Angriffspunkte der Fugendrücke bei Belastung der Brücke nach Belastungsscheiden, und, da Grenzangriffspunkte vorliegen, sind diese Verbindungslinien die Umhüllungscurven der Drucklinien dieser einzelnen Belastungsanordnungen (Text-Abb. 14). Letztere sind durch die bereits genannten Einflufslinien der Querschnitte gegeben. Text-Abb. 15 zeigt die Form der Einflufslinie für Querschnitt DD in Entfernung a vom Bogenscheitel mit Belastungsscheide E in Entfernung x vom Scheitel. Es folgt hieraus:

a) Gröfstes positives Moment: Die gröfste Einzellast hat über dem Querschnitt zu stehen, die übrigen Einzellasten sind entweder rechts oder links vom Querschnitt zu stellen immer nach der Seite, nach der die Einflufslinie flacher verläuft. Die gleichmäfsig vertheilte Belastung hat von links herein bis zur Belastungsscheide zu rücken.

b) Gröfstes negatives Moment: Die gröfste Einzellast hat über dem Scheitel, die übrigen Einzellasten haben immer rechts von ihm zu stehen (da der Ast $C'B'$ immer flacher ist als $C'E'$); die gleichmäfsig vertheilte Belastung hat von rechts herein bis zur Belastungsscheide zu rücken.

Belastungsannahmen.

1. Eigengewicht.

a) Das Gewicht der Fahrbahntafel einschliefslich Geländer für 1 m Länge:

Gewicht der Betonplatte . . .	$7{,}0\cdot 1{,}0\cdot 0{,}14\cdot 2{,}2$	$= 2{,}16$ t
„ der Sandauffüllung und des Sparbetons . . .	$7{,}0\cdot 1{,}0\cdot 0{,}3\cdot 1{,}8$	$= 3{,}78$ t
„ des Pflasters und Gehwegs	$7{,}0\cdot 1{,}0\cdot 0{,}2\cdot 2{,}2$	$= 3{,}08$ t
Beitrag von den Geländern		0,38 t
		9,40 t.

b) Gewicht der Längswände: Da die Höhe derselben an den einzelnen Querschnitten verschieden ist, so ist das Gewicht der Längswände durch eine Umrechnungsformel auf eine auf Mauerwerk und die ganze Gewölbebreite (7 m) bezogene Belastungshöhe x gebracht (Text-Abb. 16). y ist die Höhe der Mauern am betreffenden Querschnitt.

Abb. 16.

$$\left(2\cdot 0{,}55+3\cdot 0{,}5+\frac{8\cdot y}{46\cdot 2}\right)y\cdot 1{,}0=1{,}0\cdot z\cdot 7{,}0 \text{ (für 1 m Bogenlänge)},$$

hieraus

$y^2+26\,y=70\,z$, oder für y u. z in cm: $y^2+2600\,y=7000\,z$.

c) Das Gewölbegewicht ist nach dem der Rechnung zu Grunde gelegten Bogen zu bestimmen.

2. Verkehrslast:

a) als gleichmäfsig vertheilte Belastung wurde ein Menschengedränge von $p=450$ kg/qm angenommen, d. i. auf die Breite der Brücke zwischen den Geländern

$p=0{,}45(2\cdot 1{,}5+4{,}4)=3{,}33$ t für 1 m Brückenlänge.

b) Einzellasten. Als solche treten auf die Achsen einer Dampfstrafsenwalze von einem Gewicht der Vorderachse zu 6 t, der Hinterachse zu 9 t bei einem Achsabstand von 3,0 m (Text-Abb. 17).

Belastungsfläche der vorderen Achse:

$$2{,}5(0{,}65+1{,}10+0{,}65)=6{,}0 \text{ qm},$$

Belastungsfläche der hinteren Achse:

$$2{,}5(1{,}0+1{,}6+1{,}0)=9{,}0 \text{ qm}.$$

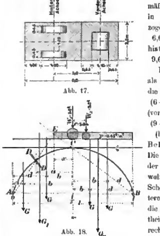


Abb. 17.

Abb. 18.

Bereits als gleichmäfsig vertheilt sind in Rechnung gezogen: vorn

$6{,}0\cdot 0{,}45=2{,}70$ t,

hinten

$9{,}0\cdot 0{,}45=4{,}05$ t.

Demnach treten als Einzellasten auf die Uebergewichte

$(6-2{,}70)$ t $=3{,}3$ t (vordere Achse) und

$(9-4{,}05)$ t $=5{,}0$ t (hintere Achse).

Belastungsfall 1. Die schwerere Achse der Dampfstrafsenwalze steht über dem Scheitel, die leichtere rechts davon, die gleichmäfsig vertheilte Belastung vom rechten Kämpfer bis zu der betreffenden Belastungsscheide (gröfstes negatives Moment) (Text-Abb. 18)

a) für Querschnitte der linken Bogenhälfte. Es sei:

- W_1 die schwerere Achse der Walze $=5{,}0$ t,
- W_2 die leichtere „ „ „ $=3{,}3$ t,
- G die Gewichte der einzelnen Lamellen,
- G_r die Mittelkraft der letzteren von der rechten Bogenhälfte,
- G_l die Mittelkraft der letzeren von der linken Bogenhälfte,
- p die gleichmäfsig vertheilte Belastung $=3{,}33$ t,
- V die senkrechte Seitenkraft der Auflagerdrücke im linken Kämpfer, erzeugt durch die durch die Zeiger der V angedeuteten Kräfte,
- H die entsprechenden wagerechten Seitenkräfte,
- V_A die senkrechte Seitenkraft des Gesamtauflagerdruckes in $A=\Sigma V$,
- H_A die entsprechende wagerechte Seitenkraft $=\Sigma H$,
- V_q u. H_q die beiden Seitenkräfte des im Querschnitt durch die Laststellung hervorgerufenen Fugendrucks,
- a die Entfernung des betreffenden Querschnitts vom Scheitel,
- x die Entfernung seiner Belastungsscheide vom Scheitel,
- d Abstand der einzelnen Gewichte von den Kämpferpunkten (links oder rechts, je nachdem G auf linker oder rechter Bogenhälfte),
- b Abstand der einzelnen Gewichte vom Scheitel.

Es ist durch Hebelgesetz gefunden:

$$V_p = \frac{p \cdot l}{8} \text{ (} p \text{ von } B \text{ bis } C \text{ genommen)}$$

$$V_{px} \text{ (für } A) = \frac{p \cdot x \cdot (l + x)}{2l} \text{ (} p \text{ von } C \text{ bis Belastungsscheide)}$$

$$V''_{px} \text{ (für } B) = \frac{p \cdot x(l - x)}{2l}$$

$$V_{w_1} = \frac{W_1}{2} \qquad V_{w_2} = \frac{W_2(l - 2 \cdot 3{,}0)}{2l}$$

$$V_{Gl} = \frac{1}{l}\sum_0^{l/2} G(l-d) = \sum_0^{l/2} G - \frac{1}{l}\sum_0^{l/2} G \cdot d = \sum_0^{l/2} G - V''_{Gl}$$

$$V_{Gr} = \frac{1}{l}\sum_{l/2}^{l} G \cdot d;$$

durch Moment um C gefunden:

$$H_p = \frac{V_p \cdot l}{2f} = \frac{pl^2}{16f} \qquad H_{px} = \frac{px(l-x)}{4f}$$

$$H_{w_1} = \frac{W_1 \cdot l}{4f} \qquad H_{w_2} = W_2 \frac{(l - 2 \cdot 3{,}0)}{4f}$$

$$H_{Gl} = \frac{1}{2f}\left[\sum_0^{l/2} G(l-d) - \sum_0^{l/2} G(l-2d)\right] = \frac{1}{2f}\sum_0^{l/2} Gd$$

$$H_{Gr} = \frac{1}{2f}\sum_{l/2}^{l} G \cdot d \qquad H_G = H_{Gl} + H_{Gr}$$

$$V_q = V_A - \sum_0^{l/2-a} G - \sum_{l/2-a}^{l/2} G + \Sigma V + px \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$H_q = H_A \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1a)$$

Abb. 19

a) Linke Bogenhälfte. Der Scheiteldruck mufs durch das Gelenk geben, sein Moment um $C = 0$.

Daher gilt folgende Momentengleichung um C:

$$H_q \eta_{I} = V_q \cdot a - \sum_{l/2-a}^{l/2} G \cdot b - \frac{p \cdot x \cdot x}{2}$$

hieraus
$$\eta_{I} = \frac{V_q \cdot a - \sum_{l/2-a}^{l/2} G \cdot b - \frac{px^2}{2}}{H_q}$$

Nach Einsetzung der obigen Werthe und nach einigen Umformungen ergiebt sich die Form, nach der η_I berechnet ist:

$$\eta_{Ia} = \frac{\sum_{l/2-a}^{l/2} G(a-b) + a(V_p + V_{w_1} + V_{w_2} \; V''_{Gl} + V_{Gr} - V''_{px}) + px\left(a - \frac{x}{2}\right)}{H_p + H_{w_1} + H_{w_2} + H_G + H_{px}} \quad \text{Ia}$$

b) Für Querschnitte der rechten Bogenhälfte:

Unter Einführung derselben Bezeichnungen und Entfernungen geht obige Form über in

$$\eta_{Ib} = \frac{\sum_{l/2-a}^{l/2} G(a-b) + a(V_p + V_{w_1} + V_{w_2} + V_{Gl} - V_{Gr} - V_{px}) + px\left(a - \frac{x}{2}\right)}{H_p + H_{w_1} + H_{w_2} + H_G + H_{px}} \quad \text{Ib}$$

Belastungsfall II. Die schwerere Achse der Dampfstrafsenwalze steht über dem betreffenden Querschnitt, die leichtere links oder rechts davon, je nach der Gröfse ihres Beitrages zum Moment. Die gleichmäfsig vertheilte Belastung vom linken Kämpfer bis zur betreffenden Belastungsscheide (gröfstes positives Moment) (Text-Abb. 20).

Abb. 20.

Durch Hebelgesetz gefunden:

$$V_{px} \text{(für } A) = \frac{p\left(\frac{l}{2} - x\right)\left(\frac{3}{4}l + \frac{x}{2}\right)}{l} \text{ (für } p \text{ von } A \text{ bis Belastungsscheide)}$$

$$V''_{px} \text{(für } B) = \frac{p\left(\frac{l}{2} - x\right)^2}{2l}$$

$$V_{w_1} \text{(für A)} = \frac{W_1}{l}\left(\frac{l}{2} + a\right) \qquad V''_{w_1} \text{(für } B) = \frac{W_1}{l}\left(\frac{l}{2} - a\right)$$

$$V_{w_2} \text{(für } A) = \frac{1}{l} W_2\left(\frac{l}{2} + a \pm c\right); \; V''_{w_2} \text{(für } B) = \frac{1}{l} W_2\left(\frac{l}{2} - a \mp c\right)$$

$$V_{Gl} = \sum_0^{l/2} G - \frac{1}{l}\sum_0^{l/2} Gd = \sum_0^{l/2} G - V''_{Gl}$$

$$V_{Gr} = \frac{1}{l}\sum_{l/2}^{l} G \cdot d.$$

Durch Moment um C gefunden:

$$H_{px} = \frac{p}{4f}\left(\frac{l}{2} - x\right)^2 \qquad H_{w_1} = \frac{1}{2f} W_1\left(\frac{l}{2} - a\right)$$

$$H_{w_2} = \frac{1}{2f} W_2\left(\frac{l}{2} - a \mp c\right) \qquad H_G = H_{Gr} + H_{Gl}$$

H_{Gr} und H_{Gl} wie vorher.

$$V'_q = V_A - \sum_0^{l/2-a} G - p\left(\frac{l}{2} - a\right) - W_1(-W_2) = \sum_{l/2}^{a} G + p(a - x) - \Sigma V (+ W_2) \quad . \quad (2)$$

$$H'_q = H_A = \Sigma H + H_G \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2a)$$

a) linke Bogenhälfte. Das Moment um C ergiebt die Gleichung:

$$H_q \cdot \eta_{II} = V_q \cdot a - \sum_{l/2-a}^{l/2} G \cdot b - p(a-x)\left(x + \frac{a-x}{2}\right)\left(-W_2(a-c)\right)$$

hieraus
$$\eta_{II} = \frac{a\left[V_{px} + V_{w_1} + V_{w_2} + V_{Gl} + V_{Gr} - \sum_0^{l/2-a} G - p\left(\frac{l}{2} - a\right) - W_1 - W_2\right] - \sum_{l/2-a}^{l/2} G \cdot b - p(a-x)\left(x + \frac{a-x}{2}\right)\left(-W_2(a-c)\right)}{H_A}$$

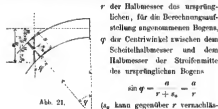
Nach Einsetzung obiger Werthe und einigen Umformungen wird

$$\eta_{IIa} = \frac{\sum_{l/2-a}^{l/2} G(a-b) - a(V''_{px} + V''_{Gl} - V_{Gr} + V''_{w_1} + V''_{w_2}) + p\tfrac{1}{2}(a-x)^2 \quad (+ W_2 \cdot c)}{H_{px} + H_{w_1} + H_{w_2} + H_G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{IIa}$$

b) rechte Bogenhälfte. Unter Einführung derselben Bezeichnungen und Entfernungen:

$$\eta_{IIb} = \frac{\sum_{l/2-a}^{l/2} G(a-b) - a(V''_{px} - V''_{Gl} + V_{Gr} + V''_{w_1} + V''_{w_2}) + p\tfrac{1}{2}(a-x)^2 \quad + (W_2 c)}{H_{px} + H_{w_1} + H_{w_2} + H_G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{IIb}$$

Die lothrechte Entfernung s' der so gefundenen η_I u. η_{II} ist in eine radiale zu verwandeln (Text-Abb. 21). Es sei:


Abb. 21.

r der Halbmesser des ursprünglichen, für die Berechnungsaufstellung angenommenen Bogens,
φ der Centriwinkel zwischen dem Scheitelhalbmesser und dem Halbmesser der Streifenmitte des ursprünglichen Bogens

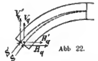
$$\sin\varphi = \frac{a}{r+s_u} = \frac{a}{r}$$

(s_u kann gegenüber r vernachlässigt werden).

$$s = s'\cos\varphi = (\eta_I - \eta_{II})\cos\varphi \quad . \quad . \quad . \quad \text{III}$$

Die Annahme der Halbmesser des ursprünglichen Stichbogens statt der des wirklichen Bogens kann für diese Umwandlung ohne wesentliche Beeinflussung des Ergebnisses geschehen.

Die Endpunkte der so gefundenen Strecken s stellen die äufsersten Angriffspunkte der in den einzelnen Quer-


Abb. 22.

schnitten auftretenden Fugendrücke S und S' dar. Letztere ergeben sich aus folgenden Beziehungen (Text-Abb. 22):

$$S = \sqrt{V_q'^2 + H_q'^2} \quad \text{(I. Belastungsfall)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{IV}_I$$

$$S' = \sqrt{V_q''^2 + H_q''^2} \quad \text{(II. \quad „ \quad)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{IV}_{II}$$

B. Gewölbestärke.

Die gröfsten auftretenden Kämpferdrücke ergeben sich aus folgendem:

a) Kämpferdruck durch Eigengewicht hervorgebracht.

Senkrechte Seitenkraft im linken Kämpfer:

$$V'_A = \frac{\sum\limits_0^{l/2} G_l\,(l-d) + \sum\limits_{l/2}^{l} G_r\,d}{l}$$

senkrechte Seitenkraft im rechten Kämpfer:

$$V'_B = \sum_0^l G - V'_A$$

die entsprechenden wagerechten Seitenkräfte:

$$H'_A = H'_B = H_{Gl} + H_{Gr}$$

b) Kämpferdruck vom Verkehr herrührend

(die gleichmäfsig vertheilte Belastung erstreckt sich über die ganze Brücke, die Walze steht im Scheitel, l' ist die Entfernung der Kämpferrückenpunkte).

Senkrechte Seitenkraft im linken Kämpfer:

$$V''_A = V_p + V_{w_1} + V_{w_2} = \frac{3{,}33\cdot l'}{2} + \frac{W_1}{2} + \frac{W_2\left(\frac{l}{2}-c\right)}{l}$$

senkrechte Seitenkraft im rechten Kämpfer:

$$V''_B = V_p + V_{w_1} + V''_{w_2} = \frac{3{,}33\cdot l'}{2} + \frac{W_1}{2} + \frac{W_2\left(\frac{l}{2}+c\right)}{l}$$

die entsprechenden wagerechten Seitenkräfte:

$$H''_A = H''_B = H'_p + H_{w_1} + H_{w_2} = \frac{p\,l^2}{8f} + \frac{W_1\,l}{4f} + \frac{W_2\,(l-2c)}{4f}$$

c) Kämpferdruck bei Vollbelastung und Eigengewicht.

Seitenkräfte im linken Kämpfer $\begin{cases} V_A = V'_A + V''_A \\ H_A = H'_A + H''_A \end{cases}$

Seitenkräfte im rechten Kämpfer $\begin{cases} V_B = V'_B + V''_B \\ H_B = H_A \end{cases}$

Hieraus die gröfsten Kämpferdrücke selbst:

$$A = \sqrt{V_A^2 + H_A^2}$$

$$B = \sqrt{V_B^2 + H_B^2}$$

Der gröfste Scheiteldruck $= H = H_A = H_B$.

Nach dem gröfsten der auftretenden Kämpferdrücke A oder B eines jeden Bogens ist die Kämpferstärke b des Bogens so bestimmt, dafs der gleichmäfsig vertheilte Druck $\frac{A\cdot 1000}{b\cdot 700}$ oder $\frac{B\cdot 1000}{b\cdot 700} \leqq 21{,}5$ kg/qcm ist.

Die dieser Bedingung entsprechenden Kämpferstärken sind:

für Bogen I und VI . . . . 0,80 m
für die übrigen Bögen . . . 0,85 m.

Ebenso wurden die Scheitelstärken b' bestimmt unter der Bedingung, dafs $\frac{H\cdot 1000}{b'\cdot 700} < 21{,}5$ kg/qcm ist.

Die so gefundenen Scheitelstärken sind

für Bogen I und VI . . . . 0,70 m
für die übrigen Bögen . . . 0,75 m.

Den Bleiplatten wurde eine gröfste Beanspruchung von 120 kg/qcm zugelassen. Ihre Breiten x in cm berechnen sich demnach nach den Gleichungen

$$\text{im Kämpfer } \frac{A\cdot 1000}{700\cdot x}\left(\text{oder } \frac{B\cdot 1000}{700\cdot x}\right) = 120 \text{ kg}$$

$$\text{im Scheitel } \frac{H\cdot 1000}{700\cdot x} = 120 \text{ kg.}$$

Die so berechneten Bleiplattenbreiten betragen:

beim Bogen	I	im Kämpfer	14,1 cm,	im Scheitel	12,6	cm
„	„ II	„	„ 14,0	„ „	„ 13,0	„
„	„ III	„	„ 14,4	„ „	„ 12,4	„
„	„ IV	„	„ 14,0	„ „	„ 12,0	„
„	„ V	„	„ 12,5	„ „	„ 10,2	„
„	„ VI	„	„ 11,0	„ „	„ 8,8	„

Nach Festlegung der Scheitel- und Kämpferstärken eines jeden Bogens wurde der endgültige Bogen durch Anpassen desselben an die durch η_I und η_{II} bestimmten Drucklinienumhüllungscurven festgelegt, sodafs letztere stets im mittleren Drittel des Bogens verblieben und 25 kg/qcm Randspannung nirgends überschritten wurde. Die bezügliche Untersuchung geschah mittels der Formel

$$k = \frac{S}{B\cdot b}\left(1 \pm \frac{6e}{b}\right),$$

wobei B die Breite des Gewölbes, b die Stärke der einzelnen Querschnitte, e die Abweichung der Drucklinie von der Bogenmitte (e' und e''), k den Kantendruck bedeutet.

Zahlenbeispiel für Bogen I.

(Text-Abb. 23.)

A. Bogenform.

Lichte Weite in + 126,400 . . . . $L = 31{,}20$ m

Stützweite . . . . $l = 30{,}00$ m

Pfeil . . . . $f = 3{,}426$ m

Halbmesser des ursprünglichen Stichbogens von 31,0 m lichter Weite . . . . . . $r = 35{,}17$

Umrechnungsformel für die Längswände $y^2 + 2600\,y = 7000\,z$

Einheitsgewicht . . . . $= 2{,}25$

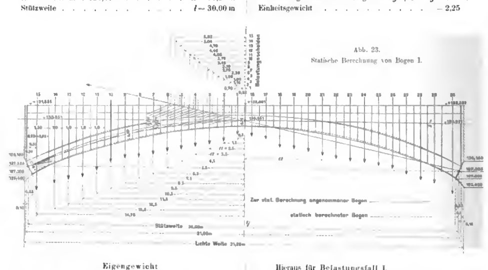


Abb. 23. Statische Berechnung von Bogen I.

Eigengewicht

Streifen	y	z	Gewölbehöhe	zusammen	1,0 · 2,25 · 7,0 bezw. 1,5 · 2,25 · 7,0	Fahrbahn t	zusammen G	d	$G \cdot d$
1	0,16	0,06	0,72	0,78	12,29	9,4	21,69	14,8	321,01
2	0,15	0,06	0,77	0,83	13,07	9,4	22,47	13,8	310,08
3	0,17	0,06	0,82	0,88	13,86	9,4	23,26	12,8	297,73
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	0,97	0,37	0,98	1,35	21,10	9,4	30,50	6,8	207,40
10	1,20	0,46	0,99	1,45	22,83	9,4	32,23	5,8	186,93
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	3,07	1,14	0,90	2,04	48,20	14,10	62,30	0,55	34,27
							470,35		3113,94
16	0,18	0,07	0,72	0,79	12,44	9,4	21,84	14,8	321,75
17	0,20	0,07	0,77	0,84	13,23	9,4	22,63	13,8	312,29
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
24	1,17	0,45	0,98	1,43	22,52	9,4	31,92	6,8	217,06
25	1,44	0,54	0,99	1,53	24,10	9,4	33,50	5,8	194,30
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30	3,42	1,27	0,90	2,17	51,27	14,10	65,37	0,55	35,94
							487,25		3197,48

Verkehrsbelastung

$p = 0{,}45$ t für 1 qm oder 3,33 t für 1 m Brückenlänge

$W_1 = 5{,}0$ t $\qquad W_2 = 3{,}30$ t

Hieraus für Belastungsfall I.

$$V_p = \frac{pl}{8} = \frac{3{,}33 \cdot 30{,}6}{8} = 12{,}74\ \mathrm{t}$$

$$V_{px} = \frac{px \cdot (l-x)}{2l} = \frac{3{,}33\ x \cdot (30{,}6 - x)}{2 \cdot 30{,}6} = 0{,}0544 \cdot x \cdot (30{,}6 - x)\ \mathrm{t}$$

$$V_{w_1} = \frac{W_1}{2} = \frac{5{,}0}{2} = 2{,}50\ \mathrm{t}$$

$$V_{w_2} = \frac{W_2(l-2c)}{2l} = \frac{3{,}30 \cdot (30{,}6 - 2 \cdot 3{,}0)}{2 \cdot 30{,}6} = 1{,}33\ \mathrm{t}$$

$$V_{Gl} = \frac{1}{l}\sum_0^{l/2} G \cdot d = \frac{1}{30{,}6} \cdot 3113{,}94 = 101{,}73\ \mathrm{t}$$

$$V_{Gr} = \frac{1}{l}\sum_{l/2}^{l} G \cdot d = \frac{1}{30{,}0} \cdot 3197{,}48 = 104{,}49\ \mathrm{t}$$

$$H_p = \frac{p \cdot l^2}{16 \cdot f} = \frac{3{,}33 \cdot 30{,}6^2}{16 \cdot 3{,}426} = 50{,}88\ \mathrm{t}$$

$$H_{px} = \frac{p \cdot x \cdot (l-x)}{4f} = \frac{3{,}33 \cdot x \cdot (30{,}0 - x)}{4 \cdot 3{,}426} = 0{,}243 \cdot x \cdot (30{,}6 - x)\ \mathrm{t}$$

$$H_{w_1} = \frac{W_1 \cdot l}{4f} = \frac{5{,}0 \cdot 30{,}6}{4 \cdot 3{,}426} = 11{,}17\ \mathrm{t}$$

$$H_{w_2} = \frac{W_2(l-2c)}{4f} = \frac{3{,}3 \cdot (30{,}0 - 2 \cdot 3{,}0)}{4 \cdot 3{,}426} = 5{,}93\ \mathrm{t}$$

$$H_G = \frac{\sum_0^{l/2} G \cdot d + \sum_{l/2}^{l} G \cdot d}{2f} = \frac{3113{,}94 + 3197{,}48}{2 \cdot 3{,}426} = 921{,}11\ \mathrm{t.}$$

Linke Bogenhälfte.

Nach Gleichung Ia

$$\eta_{ha} = \frac{\sum_{l/2-a}^{l/2} G(a-b) + a(12{,}74 + 2{,}5 + 1{,}33 + 104{,}49 - 101{,}73 - 0{,}0544\ x \cdot [30{,}6 - x]) + 3{,}33 \cdot x \cdot \left(a - \frac{x}{2}\right)}{56{,}88 + 11{,}17 + 5{,}93 + 921{,}11 + 0{,}243 \cdot x \cdot (30{,}6 - x)}$$

$$= \frac{\sum_{l/2-a}^{l/2} G(a-b) + a(19{,}33 - 0{,}0544 \cdot x \cdot [30{,}6 - x]) + 3{,}33 \cdot x \cdot \left(a - \frac{x}{2}\right)}{995{,}09 + 0{,}243 \cdot x \cdot (30{,}6 - x)}.$$

Streifen		a	$\frac{x}{2}$	x	$a-\frac{x}{2}$	$x\left(a-\frac{x}{2}\right)$	$p\cdot x\cdot\left(a-\frac{x}{2}\right)$	$l-x$	$(l-x)\cdot x$	V_{px}	H_{px}
1	16	0,50	0,11	0,22	0,39	0,086	0,29	30,38	6,68	0,36	1,62
2	17	1,50	0,35	0,70	1,15	0,805	2,68	29,90	20,93	1,14	5,09
3	18	2,50	0,58	1,16	1,92	2,227	7,42	29,44	34,15	1,86	8,30
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	24	8,50	1,73	3,46	6,77	23,424	78,00	27,14	93,90	5,11	22,82
10	25	9,50	1,88	3,76	7,62	28,651	95,41	26,84	100,92	5,49	24,52
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	30	14,75	2,66	5,32	12,09	64,318	214,18	25,28	134,49	7,32	32,68

$$\eta_1 = \frac{0{,}50(19{,}33-0{,}36)+0{,}29+\frac{1}{2}\cdot 0{,}25\cdot 21{,}69}{995{,}09+1{,}62} = +0{,}013$$

$$\eta_2 = \frac{1{,}5(19{,}33-1{,}14)+2{,}68+21{,}60(1{,}5-0{,}5)+\frac{1}{2}\cdot 0{,}25\cdot 22{,}47}{995{,}09+5{,}09} = +0{,}054$$

$$\eta_3 = \frac{2{,}5(19{,}33-1{,}86)+7{,}42+21{,}69\cdot 2{,}0+22{,}47\cdot 1{,}0+\frac{1}{2}\cdot 23{,}26}{995{,}09+8{,}3} = 0{,}119$$

$\vdots$

$$\eta_9 = \frac{8{,}5(10{,}33-5{,}11)+78{,}00+21{,}69\cdot 8{,}0+\ldots+29{,}09\cdot 1{,}0+\frac{1}{2}\cdot 30{,}51}{995{,}09+22{,}82} = 1{,}040$$

$$\eta_{10} = \frac{9{,}5(19{,}33-5{,}49)+95{,}41+21{,}69\cdot 9{,}0+\ldots+30{,}51\cdot 1{,}0+\frac{1}{2}\cdot 32{,}08}{995{,}09+24{,}52} = 1{,}292$$

$\vdots$

$$\eta_{15} = \frac{14{,}75(19{,}33-7{,}32)+214{,}18+21{,}69\cdot(14{,}75-0{,}5)+\ldots+30{,}18(14{,}75-13{,}5)+\frac{1}{2}\cdot 0{,}375\cdot 62{,}3}{995{,}09+32{,}68} = 3{,}171.$$

Für die rechte Bogenhälfte ergeben sich auf demselben Wege aus Gleichung Ib folgende Werthe für η_{16}

η_{16}	η_{17}	$\eta_{18}\ \ldots$	η_{24}	$\eta_{25}\ \ldots$	η_{30}
+0,010	+0,047	0,106	1,008	1,260	3,167

Für Belastungsfall II.

$$V'_{px} = \frac{p\left(\frac{l}{2}-x\right)^2}{2l} = \frac{3{,}33\cdot(15{,}3-x)^2}{2\cdot 30{,}6} = 0{,}0544(15{,}3-x)^2 t$$

$$V'_{w_1} = \frac{1}{l}W_1\left(\frac{l}{2}-a\right) = \frac{5{,}0\cdot(15{,}3-a)}{30{,}6} = 0{,}163(15{,}3-a)t$$

$$V'_{w_2} = \frac{1}{l}W_2\left(\frac{l}{2}-a\mp c\right) = \frac{3{,}3(15{,}3-a\mp 3{,}0)}{30{,}6} = 0{,}108(15{,}3-a\mp 3{,}0)t$$

$$H_{px} = \frac{p}{4f}\left(\frac{l}{2}-x\right)^2 = \frac{3{,}33(15{,}3-x)^2}{4\cdot 3{,}426} = 0{,}243(15{,}3-x)^2 t$$

$$H_{w_1} = \frac{1}{2f}W_1\left(\frac{l}{2}-a\right) = \frac{5{,}0(15{,}3-a)}{2\cdot 3{,}426} = 0{,}730(15{,}3-a)t$$

$$H_{w_2} = \frac{1}{2f}W_2\left(\frac{l}{2}-a\mp c\right) = \frac{3{,}3(15{,}3-a\mp c)}{2\cdot 3{,}426} = 0{,}482(15{,}3-a\mp 3{,}0)t$$

Linke Bogenhälfte. Nach Gleichung IIa

$$\eta_{IIa} = \frac{\sum\limits_{l/2-a}^{l/2} G(a-b) - a(0{,}0544[15{,}3-x]^2+101{,}73-104{,}49+0{,}163[15{,}3-a]+0{,}108[15{,}3-a\mp c]) + \frac{p}{2}(a-x)^2(+W_2 c)}{0{,}243\cdot(15{,}3-x)^2+0{,}730(15{,}3-a)+0{,}482(15{,}3-a\mp c)+921{,}11}$$

Streifen		$a-x$	$p\frac{1}{2}(a-x)^2$	$\frac{l}{2}-x$	$\left(\frac{l}{2}-x\right)^2$	V'_{px}	H_{px}	$\frac{l}{2}-a$	V'_{w1}	H_{w1}	$\frac{l}{2}-a\mp c$	V'_{w2}	H_{w2}	$V'_{px}+V'_{w1}+V'_{w2}=\Sigma V$	$\Sigma V-2{,}76$ (links)	$\Sigma V+2{,}76$ (rechts)	$H_{px}+H_{w1}+H_{w2}=\Sigma H$	$H_0=\Sigma H+921{,}11$
1	16	0,28	0,13	15,08	227,41	12,37	55,26	14,80	2,41	10,80	11,80	1,27	5,69	16,05	13,29	18,81	71,75	992,86
2	17	0,80	1,07	14,60	213,16	11,60	51,80	13,80	2,25	10,07	10,80	1,17	5,21	15,02	12,26	17,78	67,08	988,19
3	18	1,34	2,99	14,14	199,94	10,88	48,49	12,80	2,09	9,34	9,80	1,06	4,72	14,03	11,27	16,79	62,55	983,66
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	24	5,04	42,29	11,84	140,19	7,63	34,07	6,80	1,11	4,96	3,80	0,41	1,83	9,15	6,39	11,91	40,86	961,97
10	25	5,74	54,86	11,54	133,17	7,24	32,36	5,80	0,95	4,23	2,80	0,30	1,35	8,49	5,73	11,25	37,94	959,05
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	30	9,43	148,06	9,98	99,60	5,42	24,20	0,55	0,09	0,40	3,55	0,38	1,85	5,89	3,13	8,65	26,45	947,56

$$\eta_1 = \dots \frac{0,13 - 0,50 \cdot 13,29 + \frac{1}{2} \cdot 21,69}{992,86} \dots = -0,004$$

$$\eta_2 = \dots \frac{1,07 - 1,5 \cdot 12,20 + 21,69 \cdot 1,0 + \frac{1}{2} \cdot 22,47}{988,19} \dots = +0.008$$

$$\eta_3 = \dots \frac{2,99 - 2,5 \cdot 11,27 + 21,09 \cdot 2,0 + 22,47 \cdot 1,0 + \frac{1}{2} \cdot 23,26}{983,60} \dots = 0,044$$

$$\vdots$$

$$\eta_9 = \dots \frac{42,29 - 8,5 \cdot 6,39 + 21,69 \cdot 8,0 + \dots + 29,09 \cdot 1,0 + \frac{1}{2} \cdot 30,51}{961,97} \dots = 0,881$$

$$\eta_{10} = \dots \frac{54,86 - 9,5 \cdot 5,73 + 21,69 \cdot 9,0 + \dots + 30,51 \cdot 1,0 + \frac{1}{2} \cdot 32,08}{959,05} \dots = 1,137$$

$$\vdots$$

$$\eta_{15} = \frac{148,06 - 14,75 \cdot 3,13 + 21,69 \cdot 14,25 + \dots + 39,18 \cdot 1,25 + \frac{1}{2} \cdot 0.375 \cdot 62,3 - 3.3 \cdot 3,0}{947,56} = 3.145$$

Für die rechte Bogenhälfte ergeben sich auf demselben Wege aus Gleichung IIb folgende Werthe für η_{IIa}

η_{16}	η_{17}	η_{18}	η_{24}	η_{25}	η_{30}
$-0,006$	$-0,001$	$+0,031$	0,848	1,103	3,145

Senkrechte Abstände der äußersten Druckpunkte s'_1 bis $s'_{15} = \eta_{Ia} - \eta_{IIa}$ bezw. s'_{16} bis $s'_{30} = \eta_{Ib} - \eta_{IIb}$

	s'_1	s'_2	s'_3	s'_9	s'_{10}	s'_{15}	s'_{16}	s'_{17}	s'_{18}	s'_{24}	s'_{25}	s'_{30}
cm	1,7	4,6	7,5	15,9	16,5	2,6	1,6	4,8	7,5	16,0	15.7	2,7

Die Ueberführung dieser senkrechten Entfernungen s' in radiale s ergiebt sich aus Gleichung III.

	s_1	s_2	s_3	s_9	s_{10}	s_{15}	s_{16}	s_{17}	s_{18}	s_{24}	s_{25} . . .	s_{30}
cm	1,7	4,6	7,5	15,4	14,9	2,4	1,6	4,8	7,5	15,5	15,1	2,5

Die Fugendrücke in den einzelnen Querschnitten ergeben sich aus den Gleichungen IV_I und IV_{II}, die darin vorkommenden Werthe V_q und H_q bezw. V'_q und H'_q aus den Gleichungen (1) und (1a) bezw. (2) und (2a)

Belastungsfall I. Linke Bogenhälfte

Streifen	G	$\sum_{t2\ a}^{t2} G$	x	px	V_{px}	$\Sigma V = 19.33 - V_{px}$	V_q	H_{px}	H_q $995,09 + H_{px}$	V_q^2	H_q^2	S
1	21,09	10.85	0,22	0,73	0,36	18,97	30,55	1,62	996,71	933,30	993 430,82	997,21
2	22.47	32,93	0,70	2,43	1,14	18,19	53,45	5,09	1000,18	2 856,90	1 000 290,03	$1001,5_0$
3	23,26	55,79	1,16	3,90	1,86	17,47	77,12	8,30	1003,39	5 947,49	1 006 590,82	$1006,2_0$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	30,51	215,20	3,10	11,52	5,10	14,23	240,95	22,82	1017,91	58 056,90	1 036 140,77	$1016,0_0$
10	32,08	246,50	3,76	12,52	5,49	13,84	272,86	24.52	1019.61	74 452,58	1 039 604.55	$1055,5_0$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	62,30	439,20	5,32	17,72	7,32	12,01	468,93	32,68	1027.77	219 895.34	1 056 311.17	$1129,7_0$

Ebenso für die rechte Bogenhälfte, wobei $\Sigma V = 13,81 - V_{px}$

Streifen	16	17	18	24	25	30
$V_q =$	25,10	48,16	72,14	240,54	273,71	479,07
$H_q =$	996,71	1000,18	1003,39	1017,91	1019.61	1027,77
$S =$	097,00	1001,30	1095,80	1045,90	1055,70	1132,90

Belastungsfall II. Linke Bogenhälfte

Streifen	G	$\sum_{t2\ a}^{t2} G$	$a-x$	$p(a-x)$	W_x	zusammen	$-\Sigma V$	V'_q	H'_q	V'^2_q	H'^2_q	S'
1	21,09	10,85	0,28	0,93	—	11.78	-13.29	$-1,51$	992,86	2,28	985 770,48	992,80
2	22.47	32,93	0,80	2,66	—	35,59	$-12,26$	$+23,33$	988.19	544,29	976 519 48	988,40
3	23,26	55,70	1,31	4,46	—	60,25	-11.27	48,98	983,66	2 300,04	967 587,00	984,90
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	30,51	215.20	5.04	16.78	—	231.98	$-6,39$	225,59	961.67	50 890.85	925 386,28	988,07
10	32,08	246,50	5,74	19,11	—	265,61	$-5,73$	259,88	959,05	67 537,61	919 776,90	993,64
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	62,30	439,20	9,43	31,49	3,3	473,90	$-3,13$	470,77	947,56	221 624,39	897 879.42	1058,00

Ebenso für die rechte Bogenhälfte

Streifen	16	17	18	24	25	30
$V'_q =$	$-6,96$	$+18,04$	44,00	225,19	260,73	480,01
$H'_q =$	992,86	988,19	983,66	961,97	959,05	947,56
$S' =$	992,80	988.30	984,70	987,90	994,00	1062,60

B. Gewölbestärke.

Kämpferdrücke vom Eigengewicht:

Senkrechte Seitenkraft $V'_A = 473{,}08\,t$ $\qquad V'_B = 484{,}52\,t$

Wagerechte Seitenkraft $H'_A = \dfrac{\sum\limits_0^{12} G \cdot d + \sum\limits_{12}^{1} Gd}{2f} = 921{,}11\,t \qquad H'_B = 921{,}11\,t$

Druck durch Eigengewicht $A' = \sqrt{473{,}08^2 + 921{,}12^2} = 1035{,}49\,t$

$B' = \sqrt{484{,}52^2 + 921{,}11^2} = 1040{,}77\,t$

Kämpferdrücke vom Verkehr:

Senkrechte Seitenkräfte $V''_A = V_p + V_{w_1} + V_{w_2} = \dfrac{3{,}33(30{,}6 + 2 \cdot 0{,}2)}{2} + \dfrac{5{,}0}{2} + \dfrac{3{,}3(15{,}3 - 3{,}0)}{30{,}6} = 55{,}45\,t$

$V''_B = V_p + V_{w_1} + V_{w_2} = 51{,}62 + 2{,}5 + \dfrac{3{,}3(15{,}3 + 3{,}0)}{30{,}6} = 56{,}09\,t$

Die entsprechenden wagerechten Seitenkräfte

$H''_A = H''_B = H'_p + H_{w_1} + H_{w_2} = \dfrac{3{,}33 \cdot 30{,}6^2}{8 \cdot 3{,}426} + \dfrac{5{,}0 \cdot 30{,}6}{4 \cdot 3{,}426} + \dfrac{3{,}3(30{,}6 - 6{,}0)}{4 \cdot 3{,}426} = 130{,}86\,t$

Kämpferdrücke bei Vollbelastung:

Senkrechte Seitenkräfte $V_A = V'_A + V''_A = 473{,}08 + 55{,}45\,t = 528{,}53\,t$

$V_B = V'_B + V''_B = 484{,}52 + 56{,}09\,t = 540{,}61\,t$

Wagerechte Seitenkräfte $H_A = H'_A + H''_A = 921{,}11 + 130{,}86\,t = 1051{,}97\,t$

$H_B = H_A = 1051{,}97\,t$

Daher: $A = \sqrt{528{,}53^2 + 1051{,}97^2}\,t = 1178{,}00\,t$

$B = \sqrt{540{,}61^2 + 1051{,}97^2}\,t = 1184{,}00\,t$

Gröfstzulässiger, gleichmäfsig vertheilter Druck $= 21{,}50$ kg/qcm

Gröfster Druck im Scheitel $H_A = 1051{,}97\,t$

Daher Scheitelstärke $x = \dfrac{1051970}{700 \cdot 21{,}5} =$ rund 0,70 m

Breite der Bleieinlage im Scheitel bei 120 kg/qcm Beanspruchung des Bleies $b = \dfrac{1051970}{700 \cdot 120} = 12{,}6$ cm.

Gröfster Kämpferdruck = 1184 t. Daher Kämpferstärke $= \dfrac{1184000}{700 \cdot 21{,}5} =$ rund 0,80 m.

Breite der Bleieinlage im Kämpfer $C = \dfrac{1184000}{700 \cdot 120}$ cm $= 14{,}1$ cm.

Druckvertheilung in den einzelnen Querschnitten: Gewölbestärke $= b$ in cm, gleichmäfsig vertheilter Druck $= p$ in kg/qcm, Abweichung der Drucklinie von der Gewölbemitte $= e$ in cm, Kantenpressung $= k$ in kg/qcm.

Linke Bogenhälfte:

Streifen	e	$e' + e''$	Belastungsfall I					Belastungsfall II				
			S	b	p	e'	k	S'	b	p'	e''	k'
1	1,7	0,8 + 0,9	997,2	71	20,0	0,8	21,4	992,8	71	20,0	0,9	21,50
2	4,6	2,2 + 2,4	1001,5	75	19,0	2,2	22,2	988,4	75	18,8	2,4	22,40
3	7,5	3,6 + 3,9	1006,2	79	18,2	3,6	23,1	984,9	79	17,8	3,9	23,0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	15,4	7,1 + 8,3	1046,0	90	16,6	7,1	24,4	998,07	90	15,7	8,3	24,30
10	14,9	6,8 + 8,1	1055,5	90	16,7	6,8	24,3	993,64	90	15,8	8,1	24,20
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	2,4	0,8 + 1,6	1129,7	80	20,2	0,8	21,6	1058,00	80	19,0	1,6	21,3

Ebenso für die rechte Bogenhälfte, wobei die Gewölbestärken b dieselben sind.

Zulässige Pressungen im Gewölbe.

Als gröfste Pressung des Gewölbemauerwerks (Bruchsteinmauerwerk $1 : \frac{1}{4} : 3$) wurde, wie bereits erwähnt, 25 kg/qcm zugelassen. Mauerwerkkörper, wie sie der wirklichen Zusammensetzung am Bauplatze entsprechen, konnten mangels verfügbarer, gröfserer Druckmaschinen dem Versuche nicht unterworfen werden; doch ergiebt sich die Zulässigkeit der Pressung von 25 kg/qcm aus folgendem:

1. Professor Bauschinger hat anläfslich des Baues der Stockheim-Ludwigstadter Bahn (Wochenblatt für Baukunde 1887 S. 315) Versuche gemacht, die sich am meisten den thatsächlichen Verhältnissen nähern. Es wurden seitens der Königl. Staatsbahnverwaltung zwölf Stück Mauerwerkwürfel von 15 cm Kantenlänge, bestehend aus drei Schichten 4 cm starker Thonschiefersteine mit zwei ungefähr 2 cm dicken Mörtelfugen aus demselben Mörtel, wie er am Bauplatz zu den Gewölben verwandt wurde, angefertigt. Bei acht Stück

dieser Würfel war das Raumverhältnifs Portlandcement: Kalk: Sand = 5 : 1,25 : 12,5.

Dieselben zeigten nach fünfwöchiger Aufbewahrung in trockenen Kellern bei der Pressung durch Bauschinger eine Druckfestigkeit von . . . . kg/qcm 260 bis 340.

Bei 245 bis 270 kg/qcm begann ein Hervortreten des Mörtels.

Bei dreimonatiger Erhärtungszeit war die Druckfestigkeit . . . . 270 bis 285.

Bei einer Erhärtungszeit von einem Jahre erhöhte sie sich auf . . . . 310 bis 350.

Bei demselben Druck war ein Hervortreten des Mörtels zu bemerken.

Die vier weiteren Versuchskörper hatten ein Mischungsverhältnifs von $PC:K:S = 5:1,25:15$.

Diese hatten nach fünfwöchiger Erhärtung eine Druckfestigkeit von . . . . kg/qcm 230.

Bei 220 kg/qcm zeigte sich ein Hervorquellen des Mörtels.

Bei dreimonatiger Erhärtung war die Druckfestigkeit . . . . 320.

Bei einjähriger Erhärtung war die Druckfestigkeit . . . . 260 bis 280.

Die Grenzen waren also in 230 bis 350 kg/qcm gelegen.

Schon früher hatte Bauschinger an sog. Mauerwerkkörpern von 26 cm Länge, 19 cm Breite und 16,5 cm Höhe aus je 3,5 bis 5,5 cm dicken Schichten von Thonschiefersteinen mit zwei dazwischen liegenden etwa 1,5 cm dicken Mörtelfugen (Mischung $1:\frac{1}{4}:3$) Versuche gemacht; dieselben konnten mit der verfügbaren Kraft von 200 kg/qcm nicht zerdrückt werden.

2. Im Jahre 1890 für den Bau der Neckarbrücke Stuttgart-Cannstatt ebenfalls in München vorgenommene Mörtelprismenproben des Mischungsverhältnisses 1 : 2 mit 12/12 cm Querschnitt und 14 cm Kantenlänge ergaben eine Druckfestigkeit

bei vier Wochen alten Prismen von 217 bis 250 kg/qcm
„ acht „ „ „ 240 kg/qcm.

3. Versuche über die Druckfestigkeit von Steinen wurden im Jahre 1888 in Stuttgart mit Schwarzbuntsandstein vom Einheitsgewicht 2,27 gemacht (Deutsche Bauzeitung 1895 S. 343). Die Würfel hatten 6 cm Kantenlänge und eine Druckfestigkeit von 600 bis 700 kg/qcm, im Mittel 653 kg/qcm; hierbei waren die Pressungen auf den ganzen Querschnitt ausgedehnt. Gleichzeitig wurden auch Würfel von 10 cm Kantenlänge dem Versuch unterworfen, wobei jedoch der Druck nicht auf den ganzen Querschnitt, sondern auf rechteckige Streifen als Druckflächen zur Wirkung kam.

Es zeigte sich bei einer Druckfläche von:

100/25 mm eine Druckfestigkeit von 926 kg/qcm
100/20 „ „ „ „ 944 „
100/15 „ „ „ „ 1043 „
100/10 „ „ „ „ 1193 „
100/5 „ „ „ „ 2050 „

Mit abnehmender Druckfläche wird also eine Erhöhung der Festigkeit erzielt, weshalb auch die Gelenkquader der Miltenberger Brücke, mit 120 kg/qcm geprefst, diese Pressung immerhin noch mit achtfacher Sicherheit auszuhalten vermögen.

4. Weitere Druckproben von Steinen wurden im Jahre 1890 in München für den schon erwähnten Bau der Neckarbrücke Stuttgart-Cannstatt an Buntsandsteinprismen von 12/12 cm Querschnitt und 14 cm Länge vorgenommen; sie wurden auf den ganzen Querschnitt geprefst und zeigten 631 bis 653 kg/qcm Druckfestigkeit.

Aus alledem geht hervor, dafs die zugelassene Pressung von 25 kg/qcm eine nicht zu hohe ist, dafs sie vielmehr noch eine zehnfache Sicherheit bietet.

Die Bleiplatten wurden für 120 kg/qcm Druck berechnet. Die Veränderung der Bleiplatten nur nach der Trapezform ohne nennenswerthe Verminderung der Stärke bei den Bögen I, II, IV u. VI zeigt, dafs die Platten ohne merkliches Ausweichen diesen Druck auszuhalten vermögen. Die Zusammenpressung der Bleiplatten von 4 bis 6 mm bei den Bögen III u. V rührt ohne Zweifel davon her, dafs die Platten durch nicht gleichzeitiges Ablassen der Lehrgerüste (die links von Bogen III gelegenen Bögen waren völlig abgelassen, die rechts davon gelegenen noch völlig auf Lehrgerüst) einen gröfseren Druck als 120 kg/qcm erhielten.

Berechnung der zu erwartenden Bogensenkungen.

Es sind die Bauschingerschen Versuche über die Zusammendrückung von Mauerwerkkörpern — Buntsandsteinprismen 12/12/30 von 560 kg/qcm Druckfestigkeit mit einer 2 cm dicken eingelegten Mörtelfuge des Mischungsverhältnisses 1 PC: 2 Sand —, wie sie in nachstehender Tabelle zusammengestellt sind, zu Grunde gelegt, (s. Steinbrücken von grofser Spannweite mit gelenkartigen Einlagen ausgeführt von der K. Ministerial-Abtheilung für Strafsen- und Wasserbau — Württemberg).

Mauerwerkkorper (vier Wochen alt)	
Belastung in kg/qcm	Zusammendrückung in Millionstel der ursprüngl. Länge
6,9	218
13,8	426
20,7	610
27,6	764 bis 782
34,6	908
41,4	1022

Bogen I.

a) Widerlager im Thorthurm (links).

Länge der Drucklinie = 1170 cm,

gröfster Druck (gleichmäfsig vertheilt) im Fundament = 4,80 kg/qcm
„ „ „ „ im Kämpfer = 21.20

mittlerer Druck (Kämpferdruck mit doppeltem Gewicht eingeführt):
= rd. 16 kg/qcm.

Abb. 24.

Zusammendrückbarkeit des Mauerwerks (vier Wochen alt) nach Tabelle = 485 Millionstel der ursprünglichen Länge.

Daher Zusammendrückung des Fundaments (linkes Widerlager) (Text-Abb. 24):

Bogen	Linker Kämpfer								Rechter Kämpfer							
	Länge der Drucklinie	Druck in Fundamentsohle	Druck im Kämpfer	gemittelter Druck im Fundament	Zusammendrückung in Millionstel der Länge	Zusammendrückung des Fundaments (Pfeiler): in Richtung der Drucklinie	senkrecht a	wagerecht b	Länge der Drucklinie	Druck in Fundamentsohle	Druck im Kämpfer	gemittelter Druck im Fundament	Zusammendrückung in Millionstel der Länge	Zusammendrückung des Fundaments (Pfeiler): in Richtung der Drucklinie	senkrecht a_1	wagerecht b_1
	cm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm		cm	cm	cm	cm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm		cm	cm	cm
Bogen I abgelassen bei + 22° C.	1170	4,8	21,2	16	485	0,567	0,254	0,507	900	4.07	21.14	12.6	390	0,351	0,158	0,313
Bogen II abgelassen bei + 19° C.	900	4,07	19,63	11,85	367	0,330	0,157	0,290	900	3,52	19,73	11,62	360	0,324	0,157	0,283
Bogen III abgelassen bei + 19° C.	900	3,52	20,14	11,83	367	0,330	0,164	0,286	1060	3,63	20,23	11,93	370	0,392	0,197	0,339
Bogen IV abgelassen bei + 18° C.	1060	3,63	19,59	11,61	359	0,381	0,200	0,323	850	3,77	19,60	11,72	364	0,309	0,163	0,262
Bogen V abgelassen bei + 19° C.	850	3,77	17,45	10,61	330	0,280	0,158	0,241	900	3,7	17,52	10,61	330	0,297	0,169	0,244
Bogen VI abgelassen bei + 15° C.	900	3,70	16,49	10,09	314	0,283	0,170	0,226	1000	16,54	4,81	12,63	391	0,391	0,236	0,310

Bogen	Gesamtwiderlagerverschiebung		Bogen							Summe von ½ Bogenverkürzung + ½ Ausweichen der Kämpfer	Scheitelsenkung durch Bogenverkürzung und Ausweichen der Kämpfer	Gesamt-Scheitelsenkung		
	gemittelt senkrecht $\frac{a+a_1}{2}$	insgesamt wagerecht $b+b_1$	Länge der halben Drucklinie	Druck im Kämpfer	Druck in Bruchfuge	Druck im Scheitel	gemittelter Druck des Bogens	Zusammendrückung in Millionstel	Verhältnis Pfeil : halbe Sehne			berechnet: ohne Rücksicht auf Bleiveränderung	berechnet: erhöht durch Bleiveränderung	thatsächliche Senkung bei Ablaßtemperatur
	cm	cm	cm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	kg/qcm	cm				mm	mm	mm
Bogen I	0,206	0,820	1600	21,17	16,75	21,47	19,8	586	1 : 4,5	0,94 0,41 1,35	6,075	63	63	66
Bogen II	0,157	0,773	1665	19,68	16,24	19,55	18,5	551	1 : 4,18	1,204	5,03	52	60	64
Bogen III	0,180	0,625	1760	20,18	16,09	19,81	18,70	557	1 : 4	1,292	5,17	54	92	114
Bogen IV	0,182	0,585	1760	19,62	15,41	18,87	17,9	537	1 : 3,73	1,237	4,61	48	66	68
Bogen V	0,163	0,475	1690	17,48	14,51	16,31	16,10	488	1 : 3,38	1,063	3,59	38	61	77
Bogen VI	0,203	0,536	1630	16,52	13,78	15,06	15,12	461	1 : 3,12	1,018	3,18	34	34	27

a) in Richtung der Drucklinie $= \frac{1170 \cdot 485}{1000000}$ cm $= 0{,}567$ cm,

b) in lothrechter Richtung
$= 0{,}567 \cdot \sin\alpha = 0{,}567 \cdot 0{,}449 = 0{,}254$ cm,

c) in wagerechter Richtung
$= 0{,}567 \cdot \cos\alpha = 0{,}567 \cdot 0{,}894 = 0{,}507$ cm.

b) Pfeiler I.

Länge der Drucklinie = 900 cm,

		kg/qcm
gröfster Druck (gleichmäfsig vertheilt) im Fundament	=	4,07
„ „ „ „ im Kämpfer	=	21,14

gemittelter Druck = 12,60 kg/qcm.

Abb. 25.

Zusammendrückung in Millionstel der Länge nach Tabelle berechnet zu 390 Millionstel, folglich Zusammendrückung (Text-Abb. 25):

a) in Richtung der Drucklinie $= \frac{900 \cdot 390}{1000000} = 0{,}351$ cm,

b) in senkrechtem Sinn
$= 0{,}351 \cdot \sin\alpha = 0{,}351 \cdot 0{,}450 = 0{,}158$ cm,

c) in wagerechtem Sinn
$= 0{,}351 \cdot \cos\alpha = 0{,}351 \cdot 0{,}892 = 0{,}313$ cm.

Gesamtbetrag der Kämpferverschiebungen:

a) in senkrechtem Sinn (vermittelt) $\frac{0{,}254 + 0{,}158}{2} = 0{,}206$ cm,

b) in wagerechtem Sinn zusammen
$0{,}507 + 0{,}313 = 0{,}820$ oder 0,410 für die Bogenhälfte.

c) Bogen.

Halbe Länge der Drucklinie = 1600 cm

Druck im Kämpfer vermittelt	21,17	kg/qcm
„ an Bruchfuge	16,75	„
„ im Scheitel	21,47	„
Druck im Mittel	19,8	kg/qcm

Zusammendrückung in Millionstel nach Tabelle: 586.
Demnach Zusammendrückung des halben Bogens
$$\frac{1600 \cdot 586}{1000000} = 0{,}94 \text{ cm}$$
Bogenverkürzung + ½ Ausweichen der Kämpfer
$= 0{,}94 + 0{,}41 = 1{,}35$ cm $= r$.

Hiernach Scheitelsenkung x (Text-Abb. 26) aus nachstehender Gleichung ($\angle\,\alpha$ kann als rechter Winkel angenommen werden, dann ist $\angle\,\beta = \angle\,\beta^1$):
$$r : x = (f - x) : s$$
$$fx - x^2 = rs$$

Abb. 26

unter Vernachlässigung von x^2 als sehr klein $fx = rs$, $x = \frac{rs}{f}$
$$\frac{s}{f} = \frac{15{,}3}{3{,}4} = 4{,}5$$
$$x = r \cdot 4{,}5 = 1{,}35 \cdot 4{,}5 = 6{,}075 \text{ cm}.$$

Hierzu die gemittelte senkrechte Verschiebung der Kämpfer . . . . 0,206 cm

Daher Gesamtsenkung des Scheitels nach Ablassen bei vorhergehender vierwöchiger Erhärtung . . . . 6,281 = rd. 63 mm.

Hierbei ist die Zusammendrückung des Bleies außer acht gelassen; bei den Bögen, bei denen sie merklich ist, wurde die berechnete Senkung noch vermehrt durch die sich infolge der Bleiveränderung ergebende; dieselbe ist bei einer Zusammenpressung des Bleies von z mm in wagerechtem Sinn = z · 4,5.

Bogen 1 wurde abgelassen bei + 22° C. Die Senkung wurde bei etwa + 2° C durch Höhenmessung festgestellt zu . . . . 78 mm

Wird der Ausdehnungscoefficient für Beton = 0,0000088 für 1° C. zu Grunde gelegt, was einer Scheitelbewegung von 0,6 mm für 1° C. entspricht, so würde die Senkung, auf die Ablaßtemperatur + 22° C. bezogen, betragen . . . 78 − 12 = 66 mm.

Auf dem gleichen Wege sind die Senkungen für die übrigen Bögen ermittelt.

Das Ergebniß ist in vorstehender Tabelle (S. 237) zusammengestellt.

Fahrwassertiefen und Schiffbarkeit der Oder.

(Mit Abbildungen auf Blatt 36 im Atlas.)

In den betheiligten Kreisen sind vielfach höchst widersprechende Ansichten bezüglich der mittleren Zeitdauer der verschiedenen Fahrwassertiefen und der Schiffbarkeit der Oder verbreitet. Eine bestimmte, allseitig anzuerkennende Klarlegung war deshalb schwierig, weil man nicht die Pegelbeobachtungen allein ohne weiteres den Zusammenstellungen zu Grunde legen kann, da die Sohle des Stromes nicht unveränderlich, sondern in hohem Grade beweglich ist. Nach höheren Wasserständen höht sich die Sohle des Flusses stellenweise auf, während sie sich bei lange andauernden Niedrigwasserständen stark austieft. Es zeigt also ein Wasserstand, der um 1 m höher ist als ein anderer, nicht auch eine um 1 m größere Fahrwassertiefe. Als Unterlagen zur Feststellung der Fahrwassertiefen dienen die seit 1881 in jedem Strommeisterbezirke bei mittleren und niedrigen Wasserständen wöchentlich zweimal während der eisfreien Zeit des Jahres vorgenommenen Längspeilungen. Jeder Strommeister ist verpflichtet, die geringste auf seiner Strecke vorkommende Fahrwassertiefe unter Bezeichnung des Ortes, wo diese vorhanden ist, zu melden. Mit Hülfe dieser Meldungen haben im Jahre 1897 Ermittlungen über die Schiffbarkeit der Oder unter Zugrundelegung der Jahre 1890 bis einschl. 1896 in folgender Weise stattgefunden.

Zunächst wurden für jeden Strommeisterbezirk die täglichen Wasserstandsbeobachtungen des in dem Bezirke gelegenen Hauptpegels zeichnerisch aufgetragen. Wird in dem betreffenden Bezirke ein Hauptpegel nicht beobachtet, so wurde der nächstgelegene Hauptpegel für diesen Bezirk benutzt. Unterhalb Breslaus ist dieses z. B. bei der Strommeisterei Loos der Fall, für welche die Beobachtungen des Pegels zu Neusalz benutzt sind. Unter diese Linien der Wasserstandsbeobachtungen wurde dann die an den einzelnen Peilungstagen in jedem Strommeisterbezirk ermittelte geringste Fahrwassertiefe aufgetragen und die so gefundenen Punkte für die Höhenlage der Stromsohle durch einen Linienzug verbunden. Durch den Abstand der Wasserstandslinie und der Sohlenlinie sind somit auch für die zwischen den Peilungstagen liegenden Tage die ungünstigsten Fahrwassertiefen jedes Strommeisterbezirks gefunden. Nunmehr sind die Beobachtungen in einzelne Unterabtheilungen von je 20 cm Unterschied dadurch getheilt worden, daß man einen Papierstreifen mit den Theilungen 0,8 m — 1,0 m — 1,2 m — 1,4 m — 1,6 m — 1,8 m und 2,0 m versah und diesen rechtwinklig zur Nulllinie gehalten so über die Wassertiefendarstellung hinschob, daß der Nullpunkt der Theilung stets auf der Sohlenlinie lag. So oft nun die Wasserspiegellinie eine der oben angegebenen Theilungen überschritt, wurde zwischen Sohlenlinie und Wasserspiegellinie eine senkrechte Verbindungslinie gezogen und an dieser die Wassertiefe eingeschrieben, wie die Abb. 1 auf Bl. 36 zeigt. Zur Herstellung einer besseren Uebersicht sind die so gebildeten Abtheilungen verschieden schraffirt und die Zeitdauer nach Tagen darunter geschrieben worden. Auf der vorliegenden Abb. 1 Blatt 36 sind diese Zahlen wegen des kleinen Maßstabes zum Theil fortgelassen.

Alsdann wurde die Gesamtzeit jeder Abtheilung durch Zusammenzählen der Dauer jedes einzelnen Abschnittes gleicher Fahrwassertiefe für jedes Jahr ermittelt, wobei aber nur die zur Ausübung der Schiffahrt geeignete eisfreie Zeit berücksichtigt ist. Um aber für die einzelnen Strommeisterbezirke gleich lange Schiffahrtszeiten und um nicht zu günstig erscheinende, angreifbare Ergebnisse zu bekommen, wurde nur diejenige Zeit als eisfrei angesehen, in der die Oder von Breslau bis Schwedt gänzlich frei von Eistreiben oder Eisstand war, obgleich bei schwachem Eistreiben, oder wenn nur noch bei Schwedt Eisgang vorhanden ist, die Schiffahrt immerhin ausgeübt wird und auch bei plötzlichem Eintritt des Winters Verkehr zwischen Fürstenberg und Breslau in der That noch stattfindet, nachdem die Oder bei Schwedt schon Eisstand zeigt.

Hiernach ist die beigefügte Zusammenstellung A für die unterhalb Breslaus gelegenen 16 Strommeisterbezirke angefertigt, dabei aber der Strommeisterbezirk Breslau fortgelassen, weil die Aufzeichnungen dieses Bezirkes sich lediglich auf die Wassertiefe über dem Unterdrempel an der Bürgerwerderschleuse in Breslau beziehen und infolge andauernder Vertiefung der Flußsohle im dortigen Unterwasser für den Verkehr unterhalb Breslaus nicht maßgebend sind, der Verkehr mit Cosel aber durch den Breslauer Großschifffahrtsweg die Bürgerwerderschleuse umgeht. Aus dieser Zusammenstellung ist für die sieben Jahre von 1890 bis einschl. 1896, die sowohl nasse als trockene Jahre umfassen, der Mittelwerth gebildet.

In der Zusammenstellung B ist die jährliche Dauer der geringsten Fahrwassertiefen im Durchschnitt für die fraglichen Jahre nachgewiesen. Die Zusammenstellung zeigt deut-

Zusammenstellung A.

Geringste Fahrwassertiefen.

Strommeisterei	eisfreie Schifffahrtszeit von – bis	Anzahl der Tage: unter 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	1,0 bis 1,2 m	1,2 bis 1,4 m	1,4 bis 1,6 m	1,6 bis 1,8 m	1,8 bis 2,0 m	über 2,0 m	Summe der Tage
1890										
Dyhernfurth	15. März bis 27. Nov.	—	—	—	10	23½	49	43	132½	258
Maltsch	„	—	—	—	8	29½	45	26	149½	258
Steinau	„	—	—	—	10½	27	56	44½	120	258
Köben	„	—	—	7	19½	53½	39	41	98	258
Reinberg	„	—	—	—	27	36	61	42½	91½	258
Glogau	„	—	—	4½	16½	34	51	52	190	258
Alte-Fähre	„	—	—	27	35	29	47½	33½	86	258
Loos	„	—	—	7	22	32½	34½	48	114	258
Tschicherzig	„	—	—	1	41	27	41	40½	107½	258
Crossen	„	—	—	2½	38	32	47½	43½	94½	258
Ratzdorf	„	—	—	1½	27½	50½	47½	39	92	258
Schwetig	„	—	—	—	25½	39	47½	48	98	258
Frankfurt	„	—	—	—	10	8	22	58	160	258
Cüstrin	„	—	—	½	9½	10	31½	57	149½	258
Güstebiese	„	—	—	—	—	—	11½	23½	223	258
Hohenwutzen	„	—	—	—	28	25	25½	48½	131	258
Summe		—	—	51	328	456½	657	688½	1947	4128
Mittelwerth		—	—	3,2	20,5	28,5	41,1	43	121,7	258

Strommeisterei	eisfreie Schifffahrtszeit von – bis	Anzahl der Tage: unter 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	1,0 bis 1,2 m	1,2 bis 1,4 m	1,4 bis 1,6 m	1,6 bis 1,8 m	1,8 bis 2,0 m	über 2,0 m	Summe der Tage
1891										
Dyhernfurth	9. März bis 20. Dec.	—	—	17½	38½	19	24	40	149	288
Maltsch	„	—	—	7	49	24	38	24½	145½	288
Steinau	„	—	—	3½	58	38	37	22	129½	288
Köben	„	—	—	57	12	45½	40½	19½	113½	288
Reinberg	„	—	—	24½	45½	32½	48	31	106½	288
Glogau	„	—	—	34	36	44	50½	22	101½	288
Alte-Fähre	„	—	—	15½	48	37	38½	29	120	288
Loos	„	—	—	8½	51½	25½	50	25½	127	288
Tschicherzig	„	—	—	37	52	41	27½	19	111½	288
Crossen	„	—	—	46	30	36½	30	27½	118	288
Ratzdorf	„	—	18	51	64	45	23	22	65	288
Schwetig	„	—	—	12½	49½	50½	36½	30½	108½	288
Frankfurt	„	—	—	—	9	48½	16	33½	181	288
Cüstrin	„	—	—	29	34	16	15	50½	143½	288
Güstebiese	„	—	—	—	—	—	—	33	255	288
Hohenwutzen	„	—	—	—	—	17	30	71½	169½	288
Summe		—	18	343	577	520	504½	501	2144½	4608
Mittelwerth		—	1,1	21,4	36,1	32,5	31,5	31,3	134,0	288

Strommeisterei	eisfreie Schifffahrtszeit von – bis	Anzahl der Tage: unter 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	1,0 bis 1,2 m	1,2 bis 1,4 m	1,4 bis 1,6 m	1,6 bis 1,8 m	1,8 bis 2,0 m	über 2,0 m	Summe der Tage
1892										
Dyhernfurth	15. März bis 25. Nov	—	18½	23½	25	52	28	16	93	256
Maltsch	„	7½	12	16	45	30½	23½	24	88½	256
Steinau	„	—	15	21½	30½	55½	27	17½	89	256
Köben	„	13½	19½	27½	45½	33	21	14½	81½	256
Reinberg	„	2½	28½	28½	51½	32½	23	24	62½	256
Glogau	„	8½	18	27½	46	39	47½	16	53½	256
Alte-Fähre	„	14	29	31	53½	23½	23½	19½	62	256
Loos	„	10	21½	27	42½	35½	22	26	71½	256
Tschicherzig	„	11	21½	53½	58½	19	22½	16	54	256
Crossen	„	4	20	44½	49	40½	17	33	48	256
Ratzdorf	„	—	44½	53	48½	23½	30½	13½	42½	256
Schwetig	„	4½	24½	88	29	12½	14½	13	70	256
Frankfurt	„	—	5	50	56½	30	12½	39½	62½	256
Cüstrin	„	—	—	55½	81½	21½	11½	20	57	256
Güstebiese	„	—	—	22	54½	37	21	18	103½	256
Hohenwutzen	„	—	5	62	52½	41	19	24½	52	256
Summe		75½	282½	631	772½	533½	361	344	1091	4096
Mittelwerth		4,7	17,7	39,4	48,3	33,3	22,8	21,5	68,2	256

Strommeisterei	eisfreie Schifffahrtszeit von – bis	Anzahl der Tage: unter 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	1,0 bis 1,2 m	1,2 bis 1,4 m	1,4 bis 1,6 m	1,6 bis 1,8 m	1,8 bis 2,0 m	über 2,0 m	Summe der Tage
1893										
Dyhernfurth	28. Febr. bis 26. Dec.	—	19	58	35½	36	49½	34	68	300
Maltsch	„	4½	60	31	39½	25½	46	26½	67	300
Steinau	„	—	28	44	40	44	46½	29½	68	300
Köben	„	23	53	39½	31½	55	25	21	52	300
Reinberg	„	23	60	37½	47	46½	24½	16	45½	300
Glogau	„	3	58	50½	49	50½	28½	24	36½	300
Alte-Fähre	„	28½	60½	42½	48½	40	22½	20½	37	300
Loos	„	9	71½	48½	60½	37½	16	10½	37½	300
Tschicherzig	„	35½	67	64	47½	22½	16	12½	35	300
Crossen	„	60	52½	58	38	18	25	13	35½	300
Ratzdorf	„	8	83	64	34	23½	26	16½	35	300
Schwetig	„	26	76	49½	50½	21½	25	16½	35	300
Frankfurt	„	—	58	62½	50½	33½	21	18½	56	300
Cüstrin	„	—	3	85	50	23½	29½	49½	59½	300
Güstebiese	„	—	—	7	27½	61	40	12	122½	300
Hohenwutzen	„	—	8	19	20½	65	83	27	77½	300
Summe		220½	757½	760½	710	603½	524	356½	867½	4800
Mittelwerth		13,8	47,3	47,5	14,4	37,7	32,8	22,3	54,2	300

Strommeisterei	eisfreie Schifffahrtszeit von – bis	Anzahl der Tage: unter 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	1,0 bis 1,2 m	1,2 bis 1,4 m	1,4 bis 1,6 m	1,6 bis 1,8 m	1,8 bis 2,0 m	über 2,0 m	Summe der Tage
1894										
Dyhernfurth	28. Febr. bis 29. Dec.	—	52	19	39½	46	49½	28	71	305
Maltsch	„	7	59½	20	34½	48	41	28	67	305
Steinau	„	2½	46	33½	43	30½	44½	31½	73½	305
Köben	„	26	48½	36½	29½	46½	35	20	63	305
Reinberg	„	14	60	14½	45½	49½	43½	22½	55½	305
Glogau	„	20½	38	17½	51	38	60	23½	56½	305
Alte-Fähre	„	21	54½	46	45	16	30½	9½	52½	305
Loos	„	33	40	42½	48	45½	22	22	52	305
Tschicherzig	„	54	54	45½	70	26	5	6	44½	305
Crossen	„	33½	65	44	52	30½	11	7½	41½	305
Ratzdorf	„	6	70	44	56½	17	29	5½	47	305
Schwetig	„	—	70	20½	59	47½	39	11½	57½	305
Frankfurt	„	—	13½	41	57½	30½	28½	50	84	305
Cüstrin	„	—	—	24	54	8½	36	47	135½	305
Güstebiese	„	—	—	—	28	43½	25½	36½	171½	305
Hohenwutzen	„	—	—	45	40½	30½	99	29	61	305
Summe		237½	671	493½	753½	614	599	378	1133½	4880
Mittelwerth		14,8	41,9	30,8	47,0	38,4	37,4	23,6	70,9	305

Strommeisterei	eisfreie Schifffahrtszeit von – bis	Anzahl der Tage: unter 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	1,0 bis 1,2 m	1,2 bis 1,4 m	1,4 bis 1,6 m	1,6 bis 1,8 m	1,8 bis 2,0 m	über 2,0 m	Summe der Tage
1895										
Dyhernfurth	25. März bis 28. Nov und 6. bis 25. Dec.	—	51½	48	50½	38½	19	12	49½	269
Maltsch	„	6	42½	53	45½	39	22	15½	45½	269
Steinau	„	8	38½	59	40½	31½	21	21½	49	269
Köben	„	13	56½	44½	29	40	13½	23½	49	269
Reinberg	„	8½	58	59½	46	23	15½	17	41½	269
Glogau	„	7	37½	61½	68½	20½	15	19½	39½	269
Alte-Fähre	„	16	71	68	33½	22½	24½	5	28½	269
Loos	„	21½	66	64½	30	22	18½	11	35½	269
Tschicherzig	„	38	89	61	23½	18	9	1½	29	269
Crossen	„	46½	90½	55½	27	9	6	5	29½	269
Ratzdorf	„	—	74	52	68	26½	10½	8	30	269
Schwetig	„	—	42½	92	47½	31½	10½	5½	39½	269
Frankfurt	„	—	13½	63½	64½	43½	9½	20	54½	269
Cüstrin	„	—	—	50½	54	42½	34	22½	65½	269
Güstebiese	„	—	—	—	13	62	70	39½	84½	269
Hohenwutzen	„	—	—	—	47½	65½	49	26½	80½	269
Summe		164½	731	832½	688½	535½	347½	253½	751	4304
Mittelwerth		10,3	45,7	52,0	43,0	33,5	21,7	15,8	47,0	269

Zusammenstellung A.

Geringste Fahrwassertiefen.

Strommeisterei	eisfreie Schiffahrtszeit von — bis	Anzahl der Tage: unter 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	1,0 bis 1,2 m	1,2 bis 1,4 m	1,4 bis 1,6 m	1,6 bis 1,8 m	1,8 bis 2,0 m	über 2,0 m	Summe der Tage
1896	4 März bis 30 November									
Dyhernfurth . . .		—	—	—	20½	36	26½	29½	159½	272
Maltsch	„	—	—	—	—	32	42	25	173	272
Steinau	„	—	—	2	14½	27	52½	35	141	272
Koben	„	—	—	—	6	37	31½	34½	163	272
Reinberg	„	—	—	—	5½	54	32½	33½	146½	272
Glogau	„	—	—	—	4½	60½	31	32	144	272
Alte-Fähre	„	—	—	5	17	53½	30½	23	143	272
Loos	„	—	1½	3½	14½	42	27½	29	154	272
Tschicherzig . . .	„	—	—	15	59	31	38½	27½	101	272
Crossen	„	—	3½	55½	30½	41½	34½	23½	83	272
Ratzdorf	„	—	—	9½	71½	33½	33½	31	93	272
Schwetig	„	—	—	9½	34½	29½	44	28½	126	272
Frankfurt	„	—	—	—	46	28	10	12½	175½	272
Cüstrin	„	—	—	—	—	—	15½	35	221½	272
Gustebiese	„	—	—	—	—	—	—	13½	258½	272
Hohenwutzen . .	„	—	—	—	—	—	12½	28	231	272
Summe		—	5	100	324	505½	462½	441	2514	4352
Mittelwerth . . .		—	0,3	6,2	20,3	31,6	28,9	27,6	157,1	272

Zusammenstellung B.

Dauer der geringsten Fahrwassertiefen während eines Jahres im Durchschnitt der Jahre 1890 bis einschl. 1896.

Nr.	Strommeisterei	Anzahl der Tage: unter 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	1,0 bis 1,2 m	1,2 bis 1,4 m	1,4 bis 1,6 m	1,6 bis 1,8 m	1,8 bis 2,0 m	über 2,0 m	Summe der Tage
1.	Dyhernfurth	—	20,1	23,7	31,4	35,9	35,1	28,9	103,1	278,2
2.	Maltsch . . .	3,6	24,9	18,1	31,6	34,0	36,8	24,2	105,1	278,3
3.	Steinau . . .	1,5	18,2	23,4	33,8	36,2	40,6	28,8	95,7	278,2
4.	Koben	10,8	25,4	30,3	24,7	44,4	29,4	24,9	88,6	278,5
5.	Reinberg . . .	6,9	29,5	23,5	38,7	39,1	35,4	26,6	78,5	278,2
6.	Glogau	5,6	21,6	27,9	38,8	40,9	40,5	27,0	75,9	278,2
7.	Alte-Fähre .	11,4	30,7	33,5	40,1	35,9	31,1	20,0	75,6	278,3
8	Loos	10,5	28,6	28,8	38,4	34,4	27,2	25,8	84,5	278,2
9.	Tschicherzig	19,8	33,1	39,6	50,2	26,4	22,8	17,6	68,9	278,4
10.	Crossen . . .	23,4	33,1	43,7	37,8	29,7	21,4	21,9	64,3	278,3
11.	Ratzdorf . . .	2,0	41,4	39,3	54,9	35,1	28,6	19,4	57,8	278,5
12.	Schwetig . . .	4,4	30,4	38,9	42,2	33,1	31,0	21,9	76,5	278,4
13.	Frankfurt . .	—	12,9	31,0	42,0	31,7	17,1	33,1	110,5	278,3
14.	Cüstrin	—	0,4	34,9	40,4	17,4	24,7	41,5	118,9	278,2
15.	Gustebiese . .	—	—	4,1	17,6	29,0	24,0	25,1	178,4	278,2
16.	Hohenwutzen	—	1,9	18,0	27,0	34,9	45,4	36,4	114,7	278,3
	Summe	99,9	352,2	458,7	589,6	548,1	494,1	423,1	1497,0	4452,7
	Mittel	6,2	22,0	28,7	36,9	33,6	30,9	26,4	93,6	278,3

Zusammenstellung C.

Jährlicher Mittelwerth der Anzahl der Tage mit den geringsten Fahrwassertiefen über oder unter einem bestimmten Wasserstande.

Nr.	Strommeisterei	Fahrwassertiefen unter 1,0 m	unter 1,2 m	unter 1,4 m	unter 1,6 m	über 1,6 m	über 1,8 m
1.	Dyhernfurth	20,1	43,8	75,2	111,1	167,1	**132,0**
2.	Maltsch	28,5	46,6	78,2	112,2	166,1	**129,3**
3.	Steinau	19,7	43,1	76,9	113,1	165,1	**124,5**
4	Koben	36,2	66,5	91,2	135,6	132,9	**103,5**
5.	Reinberg	36,4	59,9	98,6	107,7	140,5	**105,1**
6	Glogau	27,2	55,1	93,9	134,8	143,4	**102,9**
7.	Alte-Fähre	42,1	75,6	115,7	151,6	126,7	**95,6**
8	Loos	39,1	67,9	106,3	140,7	137,5	**110,3**
9.	Tschicherzig	52,9	92,5	**142,7**	169,1	109,3	**86,5**
10	Crossen	**56,5**	**100,2**	138,0	167,7	106,6	**86,2**
11.	Ratzdorf	43,4	82,7	137,6	**172,7**	**105,8**	**77,2**
12.	Schwetig	34,8	73,7	115,9	149,0	129,4	**98,4**
13.	Frankfurt	12,9	43,9	85,9	117,6	160,7	**143,6**
14.	Cüstrin	0,4	35,3	75,7	93,1	185,1	**160,4**
15.	Gustebiese	—	4,1	21,7	50,7	227,5	**203,5**
16.	Hohenwutzen	1,9	19,9	46,9	81,8	196,5	**151,1**
	Summe	452,1	910,8	1500,4	2008,5	2400,2	**1910,1**
	Mittel	28,3	56,9	93,8	125,5	150,0	**119,4**

lich, dafs die Strommeisterbezirke Tschicherzig, Crossen und Ratzdorf erheblich ungünstigere Fahrwassertiefen aufweisen als die anderen Bezirke. Es ist dies aber namentlich aus der Zusammenstellung C zu ersehen, die für die einzelnen Strommeisterbezirke die durchschnittliche Anzahl der Tage, an denen die Wassertiefe weniger oder mehr als ein bestimmtes Mafs betrug, enthält und in der die ungünstigsten Zahlen durch fetten Druck hervorgehoben sind. Als Mafsstab für die Schiffbarkeit der Oder kann der Mittelwerth aus allen Strommeisterbezirken natürlich nicht genommen werden, sondern nur die ungünstigste Stelle. Würde man nun die Zahlen des im allgemeinen ungünstigsten Strommeisterbezirks Crossen, Nr. 10 der Zusammenstellung B und C, für die Ermittlung der Schiffbarkeit zu Grunde legen, so würde man immerhin noch zu günstig rechnen, weil es keineswegs ausgeschlossen ist, dafs zeitweise in einem anderen Bezirke nicht noch ungünstigere Wasserverhältnisse vorhanden waren, als in dem Crossener Strommeisterbezirk. Daher sind die geringsten Fahrwassertiefen in sämtlichen Strommeisterbezirken noch in Uebersichtsblättern nach der Abb. 2 auf Bl. 36 zusammengestellt worden, wobei die verschiedenen Fahrwassertiefen in derselben Weise bezeichnet sind wie in Abb. 1. Innerhalb desjenigen Zeitraumes, in dem der Strom in seinem ganzen Laufe zwischen Breslau und Schwedt vollständig eisfrei war, wurde darauf die in den verschiedenen Abtheilungen der Schiffahrtstiefen entfallende Anzahl der Tage in der Weise ermittelt, dafs man in jedem Zeitabschnitte den Strommeisterbezirk mit der ungünstigsten Wassertiefe berücksichtigte. Für das Jahr 1896 (Abb. 2 Bl. 36) ist also für die Zeit vom:

4. März bis	6./7. April	die Wassertiefe im Strommeisterbezirk	Crossen,
6./7. April „	8./9.	„ „ „ „ „	Dyhernfurth,
8./9. „ „	14./15.	„ „ „ „ „	Steinau,
14./15. „ „	5. Juni	„ „ „ „ „	Crossen,
6. Juni „	7./8.	„ „ „ „ „	Steinau,
7./8. „ „	9.	„ „ „ „ „	Ratzdorf,
10. „ „	29.	„ „ „ „ „	Crossen,
	am 30.	„ „ „ „ „	Loos,
1. Juli bis	13./14. Sept.	„ „ „ „ „	Crossen,
13./14. Sept. „	17.	„ „ „ „ „	Hohenwutzen,
18. „ „	20./21.	„ „ „ „ „	Crossen,
20./21. „ „	23.	„ „ „ „ „	Glogau,
24. „ „	26.	„ „ „ „ „	Ratzdorf,
27. „ „	2. Octob.	„ „ „ „ „	Crossen,
3. Oct. bis	10.	„ „ „ „ „	Glogau,
11. „ „	30. Nov.	„ „ „ „ „	Crossen

für die Feststellung der ungünstigsten Wassertiefen in die Zusammenstellung aufgenommen. Die hohen Wasserstand aufweisende Zeit um die Mitte des Februar ist nicht gerechnet, da die Schiffahrt durch das am 21. wieder eintretende Grundeistreiben schnell wieder unterbrochen wurde.

Man erhält dann für die einzelnen Jahre folgende geringste Fahrwassertiefen.

Zusammenstellung D.

Mittelwerthe der geringsten Fahrwassertiefen der Oder zwischen Breslau und Schwedt.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Jahr	unter 0,8 m	0,8 bis 1,0 m	1,0 bis 1,2 m	1,2 bis 1,4 m	1,4 bis 1,6 m	1,6 bis 1,8 m	1,8 bis 2,0 m	über 2,0 m	Gesamtzahl	darunter über dem höchsten schiffbaren Wasserstand
1890	—	—	30	37	52	49	24½	65½	258	9
1891	—	—	80½	66	38	22	15	66½	288	37½
1892	18	42½	76	25	20	31½	18	25	256	—
1893	67	55½	61½	41	21½	14½	4½	34½	300	17
1894	57	63½	54½	54½	19	9	9	36½	305	—
1895	56	98	52½	18½	6½	8½	2½	26½	269	25½
1896	—	4½	54	34	38	40	30½	71	272	14½
Summe	198	266	409	276	195	174½	104	325½	1948	103½
Mittel	28,3	38	58,4	39,4	27,9	24,9	14,9	46,5	278,3	14,8
	66,3 (2.–3.)			67,3 (5.–6.)		86,3 (7.–9.)				

Diese Art der Ermittlung ergiebt eigentlich zu geringe Werthe, da z. B. diejenigen Zeiten, in denen an irgend einer Stelle Eistreiben stattfand, ganz weggelassen sind, obgleich zu dieser Zeit lebhafte Schiffahrt stattfand. So kamen z. B. bei günstiger Fahrwassertiefe zwischen dem 12. und 20. Febr. 1896 170 Schiffe durch Tschicherzig; diese Zeit ist aber nicht gerechnet, weil noch bei Breslau Eisgang war. Ebenso fand auch zwischen dem 1. und 4. März schon lebhafte Schiffahrt statt. Diese Zeit wurde aber auch nicht mit gerechnet, weil bei Schwedt noch Eisstand vorhanden war, während oberhalb Hohensaathens bereits ein lebhafter Schiffahrtsbetrieb stattfand. Durch diese Art der Aufstellung wird der Vorwurf vermieden, dafs die Zusammenstellung zu günstige Ergebnisse enthalte. In der That wurden die Anschwellungen kürzer in Rechnung gestellt und die niedrigen Wasserstände verlängert. Wenn z. B. eine Anschwellung mit über 2,0 m Wassertiefe unterhalb Breslaus vom 1. bis 15., dagegen unterhalb Cüstrins vom 8. bis 20. eines Monats dauerte, wurde nur die Zeit vom 8. bis 15. mit 2,0 m Wassertiefe in Rechnung gestellt. Für die Oder wäre diese Berechnungsart eigentlich weniger nothwendig gewesen, als bei anderen Strömen, da bei der Oder der Thalverkehr den Bergverkehr bei weitem überwiegt.

Auf diese Weise wird der Behauptung Rechnung getragen, die Schiffer könnten kurze Anschwellungen nicht ausnützen, und daher dürften diese nicht voll gerechnet werden. Die in Spalte 11 der Zusammenstellung D enthaltene Angabe, dafs der Wasserstand an durchschnittlich 14,8 Tagen den höchsten schiffbaren Wasserstand überschritten habe, bedeutet nur, dafs er während dieser Zeit an irgend einer Stelle der

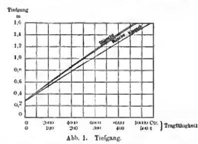


Abb. 1. Tiefgang.

Oder zwischen Breslau und Schwedt denselben überschritten habe. In der That ruht die Schiffahrt während dieser Zeit nicht, sondern es tritt höchstens an irgend einer Stelle bei einer niedrig gelegenen Brücke für leere Fahrzeuge und Dampfer mit hohen Aufbauten für wenige Tage eine Stockung ein. Wenn man daher für die Ueberschreitung des höchsten schiffbaren Wasserstandes 3,3 Tage in Spalte 9 und 10 abzieht, also statt 46,5 nur 43,2 und statt 278,3 nur 275 Tage setzt, so ist dieser Umstand überreichlich berücksichtigt.

Um nun von der Wassertiefe auf die Ladefähigkeit der Schiffe zu gelangen, sind in Text-Abb. 1 die Oderkähne, die bei dem Wettbewerb im Jahre 1889 Preise erhalten haben, auf Grund der Veröffentlichung in der Zeitschrift für Bauwesen Jahrgang 1893, S. 78 ff. nach ihrer Tragfähigkeit bei verschiedenen Tiefgang zusammengestellt. Das günstigere Klepschsche Modell hat zwar nicht für die Oder, aber für den Oder-Spree-Canal eine etwas zu grofse Breite und soll

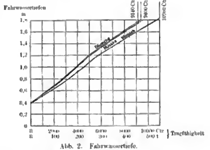


Abb. 2. Fahrwassertiefe.

daher bei den weiteren Ermittlungen nicht berücksichtigt werden. Die von Blümcke und Nüscke entworfenen Fahrzeuge zeigen fast die gleiche Tragfähigkeit. Bei 1,0 m Tiefgang und darüber soll als erforderlich eine um 20 cm gröfsere

Fahrwassertiefe, bei 0,85 m Tiefgang aber nur noch eine um 15 cm gröfsere und bei 0,6 m Tiefgang eine nur um 10 cm gröfsere Fahrwassertiefe angenommen werden.

In der Zusammenstellung D ist die geringste Fahrwassertiefe angegeben, die sich an dem betreffenden Tage auf der ganzen Oderstrecke unterhalb Breslaus bis Schwedt vorfand. Obgleich die Schiffer meistens mehr Ladung nehmen, als den genannten Tauchtiefen entspricht, und die schlechten Stellen lieber mit etwas Aufenthalt durchfahren, so soll bei den folgenden Ermittlungen doch, um möglichst ungünstig zu rechnen, der oben erwähnte geringste Zwischenraum von 10 bis 20 cm zwischen Fahrzeug und Sohle an der ungünstigsten Stelle zu Grunde gelegt werden. Für die Fahrzeuge von Klepsch, Nüseke und Blümcke giebt Text-Abb. 2 für die verschiedenen Fahrwassertiefen die Tragfähigkeit an. Diese beträgt für den Blümckeschen und Nüseckeschen Kahn

bei 1,80 m Fahrwassertiefe . . . 9400 Ctr.
„ 1,60 m „ . . . 8000 „
„ 1,35 m „ . . . 6000 „
„ 1,03 m „ . . . 4000 „

und bei der geringsten vorgekommenen Fahrwassertiefe von

0,67 m Wassertiefe . . . 2000 Ctr.

Um die üblichen Angaben bezüglich der Anzahl der Tage mit halber, dreiviertel und ganzer Ladefähigkeit zu

Abb. 3.

prüfen und doch die vorstehend gewählte Eintheilung von je 20 cm zu benutzen, kann man Wassertiefen unter 1,0 m (Tragfähigkeit 2000 bis 3900 Centner, im Mittel 2950 Centner) als $\frac{1}{3}$ Ladung $\left(\frac{8000}{3} = 2667 \text{ Centner}\right)$, von 1,0 m bis 1,2 m Wassertiefe (3000 bis 5000 Centner, im Mittel 4450 Centner) als $\frac{1}{2}$ Ladung $\left(\frac{8000}{2} = 4000 \text{ Centner}\right)$ und von 1,2 bis 1,6 m (5000 bis 8000 Centner, im Mittel 6500 Centner) als $\frac{3}{4}$ Ladung $\left(\frac{8000 \cdot 3}{4} = 6000 \text{ Centner}\right)$ und mit mehr als 1,6 m Wassertiefe also mit mehr als 8000 Centner als volle Ladung bezeichnen. Unter diesen recht ungünstigen Annahmen erhält man nach der vorstehenden Zusammenstellung bei 278,3 Schiffahrtstagen, wovon 3,3 Tage für Ueberschreitung des höchsten schiffbaren Wasserstandes abgezogen werden sollen, 66 Tage mit $\frac{1}{3}$ Ladung, 58 Tage mit $\frac{1}{2}$ Ladung, 67 Tage mit $\frac{3}{4}$ Ladung und 83 Tage mit voller Ladung.

Multiplicirt man gemäfs Zusammenstellung E die Anzahl der Tage mit der Tragfähigkeit der Schiffe für jede Unterabtheilung von je 20 cm und zählt die einzelnen Ergebnisse zusammen, so erhält man eine Zahl, welche die Schiffbarkeit der betreffenden Wasserstrafse angiebt. Diese Zahl kann man benutzen, um die einzelnen Wasserstrafsen bezüglich ihrer Schiffbarkeit mit einander zu vergleichen. Das Ergebnifs dieser Feststellung ist in Text-Abb. 3 durch die schraffirten Flächen dargestellt.

Zusammenstellung E.

1.	2.	3.	4.
Fahrwassertiefe m	Anzahl der Tage	Tragfähigkeit Centner	Leistungsfähigkeit Tage × Centner
unter 0,8	28,3	2 100	59 430
0,8 bis 1,0	38	3 750	142 500
1,0 „ 1,2	58,4	4 450	259 880
1,2 „ 1,4	39,4	5 700	224 580
1,4 „ 1,6	27,9	7 200	200 880
1,6 „ 1,8	24,9	8 700	216 630
1,8 „ 2,0	14,9	9 400	140 060
über 2,0	43,2	9 400	406 080
zusammen	275,0		1 650 040

Das ergiebt im Durchschnitt $\frac{1650040}{275} = 6000$ Centner.

Es können also die unter Berücksichtigung der preisgekrönten Entwürfe des 1889er Wettbewerbes erbauten grofsen Oderkähne in jedem Jahre durchschnittlich an 275 Tagen mit 6000 Centner Ladung die Oder befahren. Ist infolge von Schleusen oder engen Brücken die Zahl der Schiffe, welche die Wasserstrafse täglich durchfahren können, beschränkt, so erhält man durch Multiplication der Summe in Spalte 4 mit dieser Zahl die Gesamtleistungsfähigkeit der Wasserstrafse.

Nimmt man für die Oderstrecke unterhalb Breslaus an, dafs wegen der engen hölzernen Brücken täglich nur 150 Schiffe stromab verkehren können — am 12. August 1898 durchfuhren die sehr ungünstige Durchfahrtsverhältnisse zeigende hölzerne Brücke bei Tschicherzig stromab 162 beladene Lastkähne und am 21. April 1899 sogar 177 Stück —, so erhält man als Gesamtleistungsfähigkeit der Oder für den Thalverkehr $1650040 \cdot 150 = 247506000$ Centner oder rund 125 Millionen Tonnen.

Crossen a. O., Juli 1899. Ehlers.

Die Regulirung der Rhone.

(Mit Abbildungen auf Blatt 37 bis 39 im Atlas.)

Unter den über wasserbautechnische Fragen in den letzten Jahren erschienenen Werken hat der im Jahre 1894 auf dem VI. internationalen Binnenschiffahrts-Congreſs im Haag vom Chefingenieur der Rhone, Herrn Girardon, vorgelegte Bericht über „Fluſsregulirung bei niedrigem Wasserstande“ in allen Ländern die gröſste Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. War doch die darin behandelte Frage, in welcher Weise ein Fluſs mit sicherer Aussicht auf Erfolg für Niedrigwasser verbessert werden könne, von hoher Bedeutung für manches hochentwickelte Culturland, eine Lebensfrage für manches industriereiche Stromgebiet. Insbesondere für Norddeutschland bildet die Niedrigwasserregulirung seit einer Reihe von Jahren die brennende Tagesfrage, von der die weitere Entwicklung der wirthschaftlichen Grundlagen weiter Landstriche nicht unwesentlich berührt wird.

Zwar bot nun gerade für den norddeutschen Wasserbautechniker Girardons Schrift verhältniſsmäſsig wenig neue Gesichtspunkte. Das langsame, umsichtige Vorgehen, die stetige, sorgfältige Beobachtung der natürlichen Vorgänge, der enge Anschluſs an die allgemeinen und örtlich besonderen Vorbedingungen wird bei uns schon seit den 40er Jahren, wo nach Einführung der Schleppschiffahrt die Regulirung unserer Ströme in steigender Entwicklung möglich wurde, nach den wohl für alle Zeit grundlegenden Vorschriften unseres Altmeisters, des Oberlandes-Baudirectors G. Hagen, fort und fort geübt. Die Theorie und die Rechnung haben bei unseren Buhnenbauten niemals die Rolle gespielt wie beim Parallelwerkbau in Frankreich. Die Bauweise mit Buhnen forderte das Vertrauen in rechnerische Ergebnisse nicht unbedingt heraus, sondern gestattete ein allmähliches Vorgehen und die Anbringung nachträglicher Verbesserungen, wenn die gehegten Erwartungen nicht voll in Erfüllung gingen, oder wenn mit steigender Entwicklung des Verkehrs sich die Ansprüche der Schiffahrt an Fahrtiefe änderten. Thatsächlich sind am Rhein und an der Elbe die Normalbreiten im Laufe der Zeit wiederholt weiter eingeschränkt worden, weil die Anforderungen der Schiffahrt sich um so mehr steigerten, je mehr die Fahrzeuge in ihren Abmessungen sich vergröſserten. Das Vorgehen im Wege des Versuches (par tâtonnement), das Girardon empfiehlt, war unserer Bauweise schon von jeher eigen, war von Anfang an ihr besonderer Vorzug.

Auch das Haupthülfsmittel, das Girardon in Anwendung bringt, die Unterwasserbuhnen (épis noyés), sind bei uns nicht unbekannt. Sie sind vielmehr genau dasselbe, was die schon seit fünfzig Jahren in Norddeutschland gebräuchlichen Grundschwellen oder Stromschwellen sind. Die Verwendung der „épis noyés“ an der Rhone führt sogar unmittelbar auf deutsche Vorbilder zurück. Die Bauweise der Elbe, Oder und des Rheins war es, die der Vorgänger Girardons, der Chefingenieur der Rhone Jacquet, auf Grund einer Bereisung dieser Ströme im Jahre 1880 mit Erfolg auf die Rhone übertragen hat, und die Bauweise, die Girardon heute bei Durchführung seiner Grundgedanken zu Grunde legt, entspricht im wesentlichen den Vorschlägen, die Jacquet 1880 auf Grund seiner Reise gemacht hat.

Immerhin zeigten aber die von Girardon aufgestellten Grundsätze über die Regulirung eines Flusses bei Niedrigwasser eine weitere, selbständige Entwicklung der früheren Vorschläge nach gewissen Richtungen hin, die auch bei den preuſsischen Technikern die Aufmerksamkeit wach rufen muſsten. Fremdartig berührt uns zunächst z. B. wohl der Vorschlag Girardons, dem Ausgleich des Gefälles vollständig zu entsagen, die Bestimmung von Normalbreiten oder Normalquerschnitten über Bord zu werfen, und auf alle Rechnung ein für allemal Verzicht zu leisten. Dem früheren französischen Vorgehen gegenüber hatte der Generalingenieur Fargue jedenfalls recht, wenn er die Mittheilungen Girardons auf dem Congresse als „un véritable événement en hydraulique fluviale“, als „une révolution“ bezeichnete.

Mit der Aufstellung eines neuen Entwurfes zur weiteren Vertiefung des Rheines beauftragt, konnte ich den Wunsch nicht unterdrücken, in das Arbeitsfeld und in die Arbeitsweise an der Rhone einen näheren Einblick zu gewinnen. Möglicherweise ergaben sich Gesichtspunkte, die auch für die weitere Regulirung des Rheines von Bedeutung waren, obwohl bekanntermaſsen in den Gefällverhältnissen, Wassermengen und Sinkstoffbewegungen beider Ströme wesentliche Unterschiede bestehen. Der Herr Minister der öffentlichen Arbeiten genehmigte den geäuſserten Wunsch, und im Jahre 1897, Anfang November, konnte ich mit einem höflichen Einladungsschreiben des französischen Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten ausgerüstet, nach Lyon aufbrechen, wobei der Regierungs-Baumeister Ortloff sich mir anschloſs.

Der gewählte Zeitpunkt war auſserordentlich günstig. Bis Ende October war der Wasserstand der Rhone mehr und mehr zurückgegangen. Bei unserer Ankunft in Lyon stand er schon seit einigen Tagen 30 cm unter dem als kleinstes Niedrigwasser der Regulirung zu Grunde liegenden Niedrigwasserstand vom Jahre 1878, eine Erscheinung, die nach Angabe der französischen Ingenieure in diesem Umfange seit sechzig Jahren nicht eingetreten war. Sämtliche Schiffahrt auf der Rhone war eingestellt; auch die Personendampfer, die sonst wöchentlich zweimal von Lyon nach Avignon hin und zurück fuhren, waren auſser Betrieb und lagen in der unteren Saone vor Anker. Der einzige Dampfer, der bei 80 cm Tiefgang allenfalls die Fahrt wagen durfte, war das Dienstfahrzeug des Chefingenieurs Girardon. Dieser trug indessen Bedenken, die, wie wir später uns überzeugen konnten, in der That nicht unbegründet waren, und schlug vor, einige Tage mit der Fahrt zu warten. Unter Hinweis auf frühere Zeiten, wo der niedrigste Wasserstand der Rhone immer nur wenige Tage angehalten hatte, rechnete er sicher auf baldiges Eintreten eines höheren Wasserstandes, bei dem die Befahrung mit weniger Gefahr verbunden sein würde. Allerdings bestätigte diese Hoffnung sich nur in geringem Maſse; die Trockenheit, das schönste Wetter und der tiefe Wasserstand von 20 bis 30 cm unter Niedrigwasser hielten den ganzen Monat November hindurch an.

Inzwischen stellte Girardon uns die Stromkarten und Zeichnungen des Längengefälles der Rhone für Gewinnung eines Ueberblickes zur Verfügung und erläuterte in täglichen

Zusammenkünften in entgegenkommendster Weise die technische Eigenart der Rhone und ihrer Regulirung, die angestellten Versuche und Beobachtungen, die bestehenden Schwierigkeiten, die gewonnenen Erfahrungen und auch die erzielten Mifserfolge. Es war höchst fesselnd, auf diese Weise einen Einblick in die Arbeitskammer dieses bedeutenden Mannes zu gewinnen.

Girardon ist in dreifacher Thätigkeit wirksam. Als Chefingenieur der Rhone ist er die selbständige Spitze der Strombauverwaltung und dem Minister der öffentlichen Arbeiten unmittelbar unterstellt; als Departementsingenieur des Département du Rhône ist er der technische Beirath des Präfecten in Lyon, als Professor der Nationalökonomie hält er an der Handelsschule in Lyon regelmäfsige Vorlesungen. An der Rhone sind ihm die Localbeamten in Lyon (Hr. Clarard), in Valence (Hr. Godard), in Avignon (Hr. Armand) und in Arles (Hr. Donergue) unterstellt, von denen jeder für etwa 80 km Stromlänge acht technisch vorgebildete „conducteurs“ und „commis“ für den Bureau- und Aufsendienst zur Verfügung hat. Der Ingenieur Clarard ist als ältester Localbeamter zugleich Stellvertreter des Chefingenieurs. Die jährlichen Ausgaben für die Unterhaltung der Rhone von Lyon bis zur Mündung betragen etwa eine Million Franken.

Neben den täglichen Vorbesprechungen wurden auf Empfehlung Girardons auch die in der Nähe Lyons liegenden Wehranlagen der Saone bei La Mulatière und bei Ile-Barbe besichtigt, sowie die für Gewinnung von Betriebskraft oberhalb Lyons im Bau begriffene Umleitung der Rhone, eine besonders grofsartige Anlage, die Regierungs-Baumeister Ortloff dann in einer besonderen Angabe näher beschrieben hat.*)

Da auf der Rhone ein wesentliches Ansteigen des Wasserstandes nicht eintreten wollte, so entschlofs sich Girardon nach achttägigem Warten — er merkte wohl auch unsere Ungeduld —, die Fahrt auf der Rhone zu wagen. Am 20. November 1897 begann die Befahrung, an der in vollem Umfange aufser Girardon noch der Ingenieur Hr. Godard aus Valence und der Director der „compagnie générale de la navigation du Rhône“, Hr. la Rue, auf einzelnen Strecken die Ingenieure aus Arles und Avignon theilnahmen. Uebernachtet wurde zunächst in Tournon. Als am nächstfolgenden Tage kurz unterhalb Valence bei Kil. 124 der Pafs von Fraysse unter einigen unsanften Berührungen mit der steinigen Sohle glücklich überwunden war, stellte Girardon offenbar frohen Herzens die Weiterfahrt „jusqu' au bout“ in Aussicht und hat uns bis zum 22. November die Rhone hinab bis zur Mündung ins Meer begleitet, wobei er uns in zuvorkommender Weise auf die einzelnen Bauwerke aufmerksam machte, die vorliegenden Schwierigkeiten auseinandersetzte, einzelne Entwürfe zu Sonderausführungen uns erläuterte, dabei den freigebigsten Wirth spielte und uns auch an der „beau paysage“ des Rhoneufers nicht nutzlos vorüberfahren liefs. Es war eine wundervolle Fahrt. Auf der Rückreise von St. Louis mit der Bahn haben wir dann noch die Kaianlagen von Marseille, Arles und Avignon eingehend besichtigt.

Die Rhone ist in der That ein eigenartiger Strom. Insofern sie die einzige Wasserstrafse bildet, die vom mittelländischen Meere aus auf nennenswerthe Entfernung sich nach Norden erstreckt, reicht die Geschichte ihrer Schiffahrt bis in die ältesten geschichtlichen Zeiten zurück. Die allgemeine Geschichte der Rhone ist der Oeffentlichkeit bekannt geworden durch das 1892 herausgegebene, eingehende Werk „le Rhône, historie d'un fleuve“, von Charles Lenthérin, ingenieur des ponts et chaussées, das auf dem Binnenschiffahrts-Congresse in Paris 1892 an die Abgeordneten der fremden Staaten zur Vertheilung gelangte. Aufser mehreren Einzelheiten, die sich zerstreut im ganzen Werke finden, bietet insbesondere das 11. Capitel in Band II, Seite 498 bis 549 unter der Ueberschrift „le Rhône moderne“ eine hydrotechnische Beschreibung dieses Flusses und seiner Regulirung, die um so werthvoller ist, als sie ebenfalls durchweg auf amtlichem Material beruht und vielfach auf Erläuterungsberichte zu aufgestellten Entwürfen oder auf Sonderberichte Bezug nimmt. Die Schriften von Girardon und Lenthéric ergänzen sich gegenseitig in glücklicher Weise. Leider fehlt dabei eine zusammenhängende Stromkarte in angemessenem Mafsstabe, wie solche im Mafsstabe 1 : 20000 bei der Strombauverwaltung der Rhone vorhanden ist. Im öffentlichen Buchhandel sind nur die Karten des Generalstabes im Mafsstabe 1 : 80000 erlangbar, haben aber für diesen Zweck keinen Werth, da sie die Strombauwerke nicht enthalten, sondern den Zustand vor der Regulirung darstellen. Von Natzen erschien mir eine im Mafsstabe von etwa 1 : 900000 gezeichnete hydrographische Karte des ganzen Rhonegebietes, die im Jahre 1858 unter der Leitung des Chefingenieurs der Rhone, Herrn Kleitz, hergestellt und öffentlich käuflich ist. Aus ihr ist diesem Berichte eine hydrographische Uebersichtskarte (Abb. 7 Blatt 37 u. 38) der Rhone in verkleinertem Mafsstabe beigegeben.

Die Rhone entspringt 1752 m hoch über dem Meere auf dem Rhonegletscher seitlich vom Furka-Pafs, dem westlichen Gletscher der St. Gotthard-Gruppe. Von dieser Höhe fällt sie auf 30 km Länge bis Brig auf 770 m und bis zum Genfer See auf 374 m über dem Meere. Bis Martigny in südwestlicher, dann bis zum Genfer See in nordwestlicher Richtung durchströmt sie den Schweizer Canton Wallis, „la vallée par excellence“. Die Berner Alpen, die Penninischen und Lepontischen Alpen, deren höchste Kuppen in der Jungfrau, dem Finsteraarhorn, Simplon, Monte Rosa bis über 4000 m sich erheben, begrenzen das Thal mit ihren sich eng an einander reihenden Gletschern, deren Ausdehnung so gewaltig ist, dafs die Rhone oberhalb Genfs 1037 qkm oder 13 v. H. des Niederschlagsgebietes an Gletscherfläche besitzt, während am Rhein oberhalb Basels nur 750 qkm oder 2 v. H. des Stromgebietes von ewigem Eise bedeckt sind. Einzelne Zuflüsse, wie die Viège (Visp) und die Drause führen vom Monte Rosa und dem Grofsen St. Bernhard bei Hochwasser mehr Wasser als die Rhone selbst. Mit einem Längsgefälle über 1 : 300 ist die Rhone von Brig bis St. Maurice hin, wo das Delta im Genfer See beginnt, ein Gebirgsflufs. Bei Durchströmung des Genfer Sees äufsert sich nach Lenthérics Angaben eine wahrnehmbare Schwankung des Wasserstandes. Sowohl in der Längen- wie in der Querrichtung pflanzen sich regelmäfsige Wellenbewegungen fort, deren Schwingungsdauer bei Genf etwa 72 Minuten betragen soll. Die Länge des Sees ist 73 km, die gröfste Breite 14 km, die Oberfläche rund 60000 ha grofs. (Der Bodensee ist 52839 ha grofs

*) S. Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1900.

und liegt 21 m höher als der Genfer See.) Der Höhenunterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstande im Genfer See ist 2,8 m; im Durchschnitt ändert sich der Wasserspiegel des Sees nur um 1,15 m (der Bodensee um 2,13 m), sein durchschnittliches Aufspeicherungsvermögen beträgt rund 700 Millionen cbm (am Bodensee 1125 Millionen cbm). Der Hochwasserstand des Genfer Sees tritt gewöhnlich im August, das Niedrigwasser im März ein. Eine gesetzmäfsige, vereinbarte Anspannung des Genfer Sees zwecks Aufspeicherung des Wassers zu gunsten der Schiffahrt findet nicht statt, was Girardon gelegentlich des herrschenden Niedrigwassers sehr bedauerte. Am Ausflusse der Rhone aus dem Genfer See sind grofse Turbinen aufgestellt, die für die Beleuchtung der Stadt Genf und für gewerbliche Zwecke elektrische Betriebskraft liefern. Die Wassermenge der Rhone beim Ausflufs aus dem Genfer See schwankt im allgemeinen zwischen 80 und 550 cbm. Gleich der erste Zuflufs, den die Rhone dicht unterhalb Genfs aufnimmt, die Arve, die vom Mont Blanc her bei Niedrigwasser 35 cbm, bei Hochwasser 700 cbm, also mehr Wasser zuführen soll, wie das fast viermal gröfsere Gebiet der oberen Rhone, zeigt den mildernden Einflufs, den der Genfer See auf die Hochwasser der Rhone ausübt.

Von Genf bis Bellegarde fliefst die Rhone auf 50 km Länge zwischen hohen, steil abfallenden Kalksteinfelsen mit einem Durchschnittsgefälle von rund 1 : 500, eine fast ununterbrochene Reihe von Wasserfällen bildend. Der unterirdische Lauf der Rhone („la perte du Rhône") bei Bellegarde besteht zwar nicht mehr, da sie freigelegt ist, aber an Schiffahrt ist oberhalb Bellegardes nicht zu denken. Erst mit Erweiterung des Thales und Verringerung des Gefälles auf etwa 1 : 700 wird diese unterhalb Bellegardes möglich, hat aber bis Lyon hin keine Bedeutung. Abgesehen von einigem Ortsverkehr, so z. B. aus den Asphaltminen von Pyremont nach Seyssel u. a. gehen nur geringfügige Holz- und Steinmengen zu Thal, zu Berg dagegen fast nichts. Der Schiffahrt sind hier besonders die Stromschnellen in den Thalengen von Pierre Chatel, von Bugey und von La Sault hinderlich. Zwischen diesen Thalengen oder vielmehr Felsenthoren liegen seenartige Erweiterungen des Stromthals, besonders unmittelbar oberhalb Lyons, wo die Rhone das Thalgelände in einer grofsen Zahl kleiner Flufsarme durchfurcht hat. Girardon beschreibt den hier hergestellten Canal von Miribel und die Mifserfolge, die mit diesem Canal erreicht sind, so eingehend, dafs hier davon abgesehen werden kann. Neuerdings ist hier auf 15 km Länge die „dérivation du Rhône", die auch der Schiffahrt dienen soll, angelegt worden.

Die Saone, die bei Lyon mündet, bildet ihrer Natur nach den geraden Gegensatz zur Rhone. Während letztere als ein Strom der Alpen im Winter, wo ihr Niederschlagsgebiet in Eis und Schnee liegt, den niedrigsten Wasserstand hat und im Sommer, wo der Sonne Strahl an den Gletschern nagt, ihr Hochwasser empfängt, entspricht die Saone, die den bewaldeten, regenreichen Höhen der Vogesen entströmt, unseren norddeutschen Flüssen, die im Sommer ihren niedrigsten, im Frühjahr ihren höchsten Stand erreichen. Die Saone ist der natürliche Regulator der Rhone. Abwechselnd speist bald der eine, bald der andere Zuflufs vorwiegend den Hauptstrom unterhalb Lyons. Dabei überwiegt das (28548 qkm grofse) Niederschlagsgebiet der Saone nicht unwesentlich das (19267 qkm grofse) Gebiet der Rhone bei Lyon.

Das Stromgebiet der Rhone unterhalb Lyons zeigt am rechten Ufer (coté royaume) nur eine geringe Breite (von 17 bis 90 km); die wesentlichsten Zuflüsse kommen von den Cottischen Alpen und den Seealpen auf dem linken Ufer (coté empire). Die beiden gröfsten Nebenflüsse des linken Ufers sind die Isère mit 11295 qkm und die Durance mit 14814 qkm, beides wilde Gebirgsflüsse, die zur Hochwasserzeit aufserordentliche Wassermengen und schweres Geschiebe dem Hauptstrom zuführen. Bei Niedrigwasser bieten beide Flüsse den Anblick grofser Steinwüsten, in denen ein winzig kleines Flüfschen mit vielen Windungen sich entlangzieht. Beide sollen zu römischer Zeit schiffbar gewesen sein, wenigstens ist das Bestehen besonderer Schiffergilden sowohl für diese Flüsse, wie auch für die Ardèche und Ouvèze geschichtlich verbürgt. Auch die Drome, Baume, Roubion, Cèze, Aigues Sorgues sind Wildbäche, die bald trocken liegen, bald gefährliche Anschwellungen erleiden. Die Nebenflüsse des rechten Ufers, die von den naheliegenden, über 1000 m hohen Kuppen der Cevennen mit starkem Gefälle herunterstürzen, sind dabei meistens noch wilder und wasserreicher als die des linken Ufers.

Ueber die verhältnifsmäfsig grofse Ergiebigkeit des Niederschlagsgebietes der Rhone und ihrer Nebenflüsse habe ich aus den Angaben Girardons und Lenthérics unter Benutzung der hydrographischen Karte eine Uebersicht zu schaffen gesucht und in der nachstehenden Zusammenstellung wiedergegeben. Zum Vergleich habe ich einerseits den Rhein herangezogen, anderseits die Elbe, Oder und Weichsel. Aus

Vergleich des Wasserreichthums der Rhone mit demjenigen des Rheins, der Elbe, Oder und Weichsel.

Nr.	Flufs	Stromstelle	Gröfse des Flufsgebiets qkm	Ergiebigkeit beim Niedrigwasser		Ergiebigkeit beim Mittelwasser		Ergiebigkeit bei Hochwasser	
				cbm	Liter pro qkm	cbm	Liter pro qkm	cbm	Liter pro qkm
1	Weichsel	Montauer Spitze	192 814	240	1,2	1330	6,9	8250	42,8
2	Oder	bei Breslau	20 600	—	0,76	—	—	—	63,7
	„	„ Schwedt	110 000	—	1,47	—	—	—	39,0
3	Elbe	„ Torgau	55 162	63	1,1	274	4,9	4500	81,6
	„	„ Magdeburg . .	94 046	123	1,3	467	4,9	—	—
	„	„ Lauenburg . .	134 933	175	1,3	639	4,7	—	—
4	Rhein	„ Lanz	140 039	608	4,3	1879	13,4	11 000	78,5
	„	„ Cöln	144 612	675	4,6	2087	14,4	10 300	71,2
	„	„ Rees	159 683	787	4,9	1983	12,4	9250	57,9
5	Rhone	„ Genf	6 901	70	10,1	—	—	575	83
	„	oberhalb Lyons . .	19 267	130	6,8	—	—	5600	291
	„	unterhalb d. Saone	47 815	150	3,1	—	—	7000	146
	„	unterh. d. Isère .	63 564	250	3,9	—	—	9625	151
	„	„ d. Ardèche	71 114	300	4,2	—	—	11 900	167
	„	„ d. Durance	91 150	370	4,1	1712	18,8	13 900	152
6	Ain	an der Mündung . .	3 512	—	—	—	—	3200	911
7	Saone	„ „ „ . .	28 548	—	—	—	—	3700	129
8	Isère	„ „ „ . .	11 295	—	—	—	—	2575	228
9	Durance	„ „ „ . .	14 814	—	—	—	—	6000	405
10	Arve	„ „ „ . .	1 946	35	18,0	—	—	700	360
11	Drome	„ „ „ . .	1 736	—	—	—	—	1750	1008
12	Ardèche	„ „ „ . .	2 429	—	—	—	—	7000	2882

dieser Zusammenstellung geht die grofse Aehnlichkeit zwischen Rhone und Rhein bei Niedrigwasser hervor, sowie die Thatsache, dafs beide Ströme ein derartiges Niedrigwasser, wie es Elbe, Oder und Weichsel führen, nicht kennen. Die Wasserführung der Rhone und des Rheins entspricht viel-

mehr bei Niedrigwasser einer Ergiebigkeit des Flußgebietes, die an der Elbe, Oder und Weichsel erst bei Mittelwasser vorhanden ist. Dieser Wasserreichtum, der sich aus dem Vorhandensein des Genfer Sees und des Bodensees, aus den alpinen Zuflüssen und den Abflüssen der Mittelgebirge herleitet, kommt der Schiffahrt natürlich wesentlich zu statten. Abweichend von allen deutschen Strömen, auch abweichend vom Rhein leidet die Rhone aber an übermäfsig grofsem Hochwasser. Die Hochwasserführung der Rhone entspricht einer Ergiebigkeit von 151 bis 291 Liter/qkm und steigt bei kleineren Nebenflüssen noch weit über dieses Mafs hinaus, während unsere norddeutschen Ströme kaum über 80 Liter/qkm hinauskommen. Die Rhone mufs daher durchweg als ein mächtiger Gebirgsstrom betrachtet werden. Michelet nennt ihn in seiner „histoire de France" einen „taureau furieux descendu des Alpes, qui court à la mer". Lenthéric schreibt die Ursache der grofsen Hochwassermengen aufser der geographischen Lage hauptsächlich der fast vollständigen Entwaldung der Gebirge zu. Wäre dies der Fall, so böte die Rhone allerdings ein erschreckendes Beispiel, zu welchen Zuständen eine Vernachlässigung der Waldwirthschaft zu führen vermag. Auch in Frankreich sind Bestrebungen auf Wiederaufforstung der Abhänge im Gange; so ist z. B. der Mont Ventoux, nordöstlich von Avignon, zum gröfsten Theil neu bepflanzt worden, aber dem Fortkommen dieser Culturen ist ein anderer Umstand hinderlich. Durch die Entwaldung der Höhen ist der „Mistral", ein Sturmwind aus Nordost, der von den Höhen der Cevennes und Vavaraise von Zeit zu Zeit das Rhonethal mit aufserordentlicher Heftigkeit heimsucht, groben Sand und Kies aufwirbelt, die jungen Pflänzlinge abbricht oder im Schutt begräbt, eine noch heftigere Landplage geworden, als der „boreas" des Strabo es schon in alter Zeit gewesen zu sein scheint. Zum Schutz der Culturen gegen den Mistral, der oft mehrere Tage hinter einander anhält, findet man vielfach auf den Höhen Steinmauern errichtet, hinter denen auch Hirt und Heerden Schutz suchen. Was die reichlichen Niederschläge gelockert haben, führt der Mistral sonst in grofsen Staubwolken fort, sodafs die Anhöhen fast von jeder Spur von Mutterboden entblöfst und unbedeckt sind. Der Boden ist daher fast undurchlässig, die starken Niederschläge fliefsen fast in vollem Umfange dem Strome zu.

Aus diesen Vorbedingungen ergiebt sich neben der grofsen Hochwassermenge naturgemäfs auch die aufserordentliche Geschiebeführung, an der die Rhone und besonders ihre Nebenflüsse leiden. Einen Beweis für die Geschiebebewegungen der Durance bieten z. B. die berühmten „crane de Provence, de Languedoc, d'Arles und de St. Remy", die sich zwischen Avignon und Marseille als die alten Schuttkegel der Durance darstellen. Es sind dies Steinablagerungen ohne jede Beimischung von Humus in einer Ausdehnung von rund 20000 ha, denen erst in neuerer Zeit durch die Canäle von Craponne aus der oberen Durance, von Cadenet her, im Wege der Bewässerung wenigstens zum Theil eine Bedeckung gegeben ist.

Diesen vorgeschichtlichen, geologischen Bildungen steht die Entwicklung des Rhonedeltas in der geschichtlichen Zeit gegenüber. Arles lag noch am offenen Meer, als die Phoker 599 v. Chr. G. dorthin übersiedelten, der römische Feldherr Marius grub bereits einen Canal zur Verbindung von Arles mit dem Meer. Am bekanntesten ist die Thatsache, dafs der Leuchtthurm von St. Louis, der jetzt 8 km landeinwärts liegt, im Jahre 1737 am offenen Meere erbaut worden ist. Aus dem regelmäfsigen Fortschritt des Deltas, der auch jetzt noch statt hat, ist hergeleitet worden, dafs die Rhone im Jahr durchschnittlich 21 Millionen cbm Sinkstoffe ins Meer führt.

So beträchtlich diese Mengen sein mögen, so haben sie doch mit der eigentlichen Geschiebeführung der Rhone nichts zu thun. Wohl nirgends tritt der Unterschied zwischen Sinkstoff- und Geschiebeführung so klar zu Tage wie an der Rhone. Die Sinkstoffe, die bei und unterhalb Arles' sich im Rhonedelta abgelagert haben, bestehen ausschliefslich aus feinem Sand mit geringen Kalk- und Thonbeimischungen. Dieser feine, staubförmige Sand ist anscheinend dem Rhonewasser in derselben Weise beigemengt, wie bei unseren Strömen der Schlick, nur dafs der Sand das Rhonewasser nicht sehr trübt, sondern so klar läfst, dafs bei geringer Tiefe, bis zu 1,5 m etwa, die Beschaffenheit der Sohle zu erkennen ist. Am 22. November zeigte Girardon uns in der kleinen Rhone, die sich oberhalb Arles' westwärts nach St. Maries abzweigt, einen in der Ausführung begriffenen Regulirungsbau, der mir hierfür eine Bestätigung zu bieten scheint. Ich verbinde mit der Beobachtung zugleich die Schilderung des Bauwerkes. Der Canal von Beaucaire nach Aigues-Mortes, der die Binnenschiffahrtsverbindung von der Rhone nach Cette bildet, genügt seinen Zwecken nicht mehr, insbesondere wäre die Schleuse bei Beaucaire, die nach den Andeutungen (Text-Abb. 1) im Viertelkreisbogen gebaut ist, neu herzustellen. Zur Abkürzung der Canalverbindung und Kostenersparnifs beabsichtigt man nun, das obere Ende des Canals aufzugeben und die Schiffahrt in der kleinen Rhone entlang zu führen, etwa bis St. Gilles. Von dort soll dann ein Verbindungscanal mit Schleuse die Schiffe dem zu erweiternden unteren Ende des bestehenden Canals nach Cette zuführen.

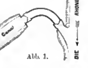


Abb. 1.

Bei Regulirung der kleinen Rhone, die also in Frage kommt, handelte es sich um eine gekrümmte Stromstrecke kurz unterhalb ihrer Abzweigung. Veranschlagt waren die Bauten in Massivbau als Steinschüttung. In der Einbuchtung des linken Ufers, wo ein Leitwerk *a b* in Niedrigwasserhöhe, die Buhnen oder Querbauten 1 bis 4,

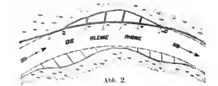


Abb. 2.

sowie die vorliegenden Stromschwellen geplant waren (Text-Abb. 2), hielt man auch hieran fest. Auf dem rechten ausbuchtenden Ufer wurden indes „clayonnage"-Bauten, die unseren Schlickzäunen ähnlich sind, angewandt. Jedes dieser

Werke bestand aus einer Reihe von etwa 15 cm starken Pfählen, die quer zum Strom in 1 m Abstand mit der Handramme senkrecht eingetrieben waren. Auf der stromaufwärts liegenden Seite dieser Pfahlreihe wurden 2 m breite Rahmen aus Latten, deren Fläche ein mattenartiges Weidengeflecht ausfüllte, heruntergeschoben, vom Strom gegen die Pfähle gedrückt und hier mit Draht befestigt. Die Länge der Rahmen war je nach der Tiefe verschieden bemessen, sodafs sie oben eine von Niedrigwasser allmählich nach dem Ufer zu ansteigende Linie bildeten, entsprechend der beabsichtigten Oberfläche der Sandbank, und unten etwas in den Boden hineinreichten. Die Wassertiefen waren bis 3 m grofs. Weder der Kopf der Pfahlreihen, noch der Fufs der Zäune war durch Steine gesichert, die Köpfe schnitten nach dem Strome zu auch senkrecht ab. Eine Reihe von Zäunen, die 14 Tage vor unserem Besuche ausgeführt waren, hatte bereits in der oberen Ausbuchtung des Ufers eine vollständige Verlandung und eine regelmäfsige Ausbildung des Ufers erzeugt. Hinter einem in Ausführung begriffenen und vom Lande aus in halber Länge fertigen Zaun hatte am Morgen unserer Besichtigung sich innerhalb zwei Stunden bereits eine Sandwelle von etwa 10 m Breite und 40 cm Höhe mit steil abfallenden Rändern angesammelt, dabei war das Wasser der Rhone so klar, dafs man die Beschaffenheit der Sohle erkennen konnte. Der Umstand, dafs bei Niedrigwasser und bei anscheinend voller Reinheit des Wassers sich doch eine so bedeutende Sinkstoffbewegung vollzog, war trotz der ausbuchtenden Lage des Ufers überraschend und weist darauf hin, dafs das Rhonewasser wahrscheinlich sehr oft mit den feinen Sinkstoffen, wie sie sich hier und auf der Barre ablagern, gesättigt sein mufs.

Ganz anderer Art ist die Geschiebebewegung auf der Rhone oberhalb Arles', wo es sich um grobes Gerölle oder mindestens um groben Kies handelt. Diese Bewegung geht anscheinend nur bei hohen Wasserständen vor sich, vollzieht sich also mit Unterbrechungen. Bei Befahrung der Rhone fällt dabei die eigenthümliche Erscheinung auf, dafs bei Soujean (kurz oberhalb Arles'), wo das Gefälle der Rhone unvermittelt von 1 : 3846 in 1 : 43478 übergeht, sich also um mehr als das zehnfache abschwächt, auch in der Gröfse des Geschiebekorns ein unvermittelter Wechsel bemerkbar ist. Der Charakter des Stromes wird plötzlich ein ganz anderer; die Breite verdoppelt sich. Die Grenze zwischen dem groben Kies der Rhone und dem feinen Sand des Deltas kann auf der Sandbank, die am unteren Ende der beiderseitigen Leitwerke liegt, örtlich scharf gezogen werden. Dabei ist ein merkbares Vorrücken dieser Kiesgrenze stromabwärts, wie solche bei lebhafter Geschiebebewegung vom Oberstrom her gefolgert werden müfste, nicht beobachtet, auch eine entsprechende Ansammlung von Kiesmassen nicht bemerkbar. Die Kieszufuhr der Rhone kann daher nicht sehr beträchtlich sein. So wild die Strömung bei Hochwasser sein mag, so stark die Veränderungen der Ufer und Vorländer nach Mafsgabe der hervorgerufenen Umgestaltungen sein mufsten, die Thatsache, dafs der Gefällbruch bei Soujean sich überhaupt hat bilden und bis jetzt an derselben Stelle sich hat erhalten können, läfst es zweifelhaft erscheinen, dafs grofse Geschiebemassen in regelmäfsigem Fortschritt in der Rhone zu Thal wandern. Die Geschiebeführung der Rhone findet jedenfalls in Soujean ihre Grenze, die Sinkstoffe des Deltas, die der Strom schwebend fortführt, sind anderer Art.

Gleichviel ob die Sinkstoffe nun von den einzelnen Zuflüssen der Rhone ausgehen, ob der Mistral sie südwärts führt oder ob sie aus dem Abrieb des Geschiebes ihre Herkunft nehmen, ihrer grofsen Menge ist es jedenfalls zuzuschreiben, dafs es bisher nicht gelungen ist, auf der Barre in der Mündung der Rhone eine Wassertiefe von mehr als 2 m zu erzielen. Allerdings kann auch von einem ernsten Vorgehen, Besserung zu schaffen, nicht geredet werden. Der alte Festungsbaumeister Vauban erklärte die Mündungen der Rhone einst überhaupt für „incorrigibles". Das Einzige, was geschehen ist, besteht in der Anschüttung eines Hochwasserleitdammes von St. Louis ab auf dem linken Ufer bis über die Lotsenstation hinaus zur Mündung. Dieser Leitdamm hat aber neben der Aufgabe, den Wassermassen der Rhone wenigstens auf der einen Seite eine Führung nach der Barre hin zu leihen, ebenso sehr den Zweck, einen Durchbruch der Wassermassen in den Golf von Fos und eine Versandung dieses Meerbusens zu verhüten, aus dem seit 1870 vom Hafen von St. Louis aus ein 3,5 km langer Seecanal mit 6 m Tiefe und 60 m Sohlenbreite den Seeverkehr zur Rhone vermittelt. Der 14 ha grofse Hafen von St. Louis, nach dem Seecanal hin offen, ist nach der Rhone durch eine Schleuse (100 : 22 : 7,5 m) abgeschlossen. Die Umladung vollzieht sich im Hafen. Hier ist auch die einzige Verbindung zwischen Rhoneschiffahrt und Eisenbahn. Die Eisenbahngesellschaft Paris — Lyon — Méditerranée hat sonst jede Verbindung zwischen Eisenbahn und Rhone zu Zwecken des Verkehrs bisher schroff abgelehnt, selbst in Lyon.

Die Mündung der Rhone bietet ein eigenartiges Bild. Das Land geht ganz allmählich in Wasser über. Je nach der Richtung und Stärke des Windes schwankt die Wasserspiegelgrenze in grofsen Abständen. Die Ebbe und Fluth ist kaum spürbar, die Höhe der Windfluth beträgt nach Lenthéric nur 60 cm. Je nach dem Wasserstande wird eine gröfsere oder geringere Zahl von Inseln (theys) sichtbar, zwischen denen ein bald schwächerer, bald stärkerer sandgesättigter Strom hindurchzieht und die Grenze des festen Landes immer weiter ins Meer vorschiebt.

Auf der etwa 50 km langen Strecke von St. Louis bis Soujean, wo die Breite der Rhone von 900 m auf 500 m abnimmt, sind auch bei Niedrigwasser gröfsere Sandbänke nicht sichtbar. Das Ufer ist an vielen Stellen scheinbar zufolge des Wellenschlages in Abbruch. Das Gefälle ist aufserordentlich gering, die Tiefen mehr als ausreichend grofs. Eine besondere Bedrohung der Ufer durch die Strömung findet im allgemeinen nicht statt. Zu umfassenden Regulirungen lag daher kein Anlafs vor, und nur an wenigen Stellen sind Buhnen in grofsen Abständen, dann aber auch in beträchtlicher Länge sichtbar, nur vereinzelt sind niedrige Leitwerke und Stromschwellen angelegt. Bisher waren diese Bauwerke ebenso wie an der oberen Rhone in massiver Steinschüttung errichtet; da indes in dem feinen Sande häufig Versackungen eintraten und Nachschüttungen erforderlich machten, sollen hier neuerdings auch leichtere Werke (œuvres de clayonnage) zur Verwendung kommen, nachdem die angestellten Versuche günstig ausgefallen sind. Die

eigentliche Rhoneregulirung erstreckt sich auf diese Strecke sonst nicht, sie reicht nur von Lyon bis Soujean, d. h. bis zu dem Brechpunkt des Gefälles 7 km oberhalb Arles' und 3 km oberhalb der Abzweigung der kleinen Rhone. Diese seit einer Reihe von Jahren mit Aufwendung außerordentlicher Geldmittel betriebenen Arbeiten bildeten den Hauptgegenstand der Besichtigung und mögen nachstehend, soweit ein Eingehen auf dieselben angezeigt erscheint, beschrieben werden.

Die regulirte Rhone hat von Lyon bis Soujean eine Länge von 276 km. Das Stromthal ist in ganzer Länge auf beiden Seiten von hohen Bergzügen begrenzt, die mehrfach mit steilen Abhängen nahe an das Strombett herantreten. Insbesondere auf dem rechten Ufer liegen die gröfseren Höhen fast durchweg der Rhone sehr nahe, während am linken Ufer diese mehr vereinzelt vorspringen und zur Bildung der Thalengen von Givors, Tournon und Donzère Anlafs geben. Zwischen diesen Vorsprüngen breiten sich die fruchtbaren Ebenen von Valence, Montélimar, Orange und Avignon aus. Ueberall bietet die Gegend einen landschaftlich schönen Anblick, die Höhen sind vielfach von alten Burgen und Ruinen gekrönt, zahlreiche Festungswerke alter Zeit zeugen von den Kämpfen, die im Mittelalter hier getobt haben, die alten Culturstätten Vienne und Valence, das mächtige Städtebild von Avignon, die alten Amphitheater von Arles und Orange, die malerischen Bilder von Roquemaure und Rochemaure, von la Roche de Glun und zahllosen anderen landschaftlichen Schönheiten, die Ueberreste der alten Brücke St. Bénézet und viele geschichtliche Erinnerungen fesseln in ununterbrochener Folge das Auge, sodafs die Befahrung der Rhone schon an sich eine der anregendsten Vergnügungsreisen bildet.

Das Rhonethal ist nicht breit, nur selten geht es über 2 km hinaus. Das Flufsbett selbst war von Natur 300 bis 400 m breit, hat aber durch die Regulirung eine wesentliche Einschränkung erfahren, das Vorland besteht in seinem Untergrunde meistens aus Kies, der oben mit Sand überlagert ist. Gewachsener Felsen findet sich im Strombette selten. Da es der starken Strömung nicht schwer fällt, die oberen Sandmassen zum Abtrieb zu bringen, so ist das Vorland besonders an den Mündungen der Nebenflüsse von einer grofsen Anzahl von Stromarmen (lônes) durchzogen, die meistens recht beträchtliche Abmessungen angenommen haben. Zum Theil bis 200 m breit und bis unter Niedrigwasser ausgespült, müssen diese Nebenarme schon bei Mittelwasser der Rhone bedeutende Wassermengen entziehen, denn meistens sind sie unverbaut. An vielen Stellen, wo am unteren Ende eines derartigen Nebenarms die Regulirung des Hauptstroms zur Durchbauung desselben gezwungen hatte, waren die Abdämmungen nicht geschlossen, sondern in ihrer Mitte war eine wohl 50 m breite Oeffnung erhalten worden. Am oberen Ende waren die Nebenarme meist nur in Niedrigwasserhöhe geschlossen. Eine wesentliche Verlandung der Seitenarme war kaum zu bemerken, die Ufer lagen vielmehr an vielen Stellen im Abbruch. Besonders zahlreich und wichtig sind die Nebenarme zwischen St. Esprit und Avignon, wo selbst noch bei Niedrigwasser vollständige Stromspaltungen in grofser Länge bestehen, so z. B. der Bras de Caderousse an der Mündung der Cèze, der Bras des Arméniens u. a. Der Bras d'Avignon ist der einzige, der am oberen Ende hochwasserfrei abgeschlossen ist. Eine natürliche Folge des Fortbestehens der vielen Nebenarme ist das regelmäfsige Auftreten von Untiefen im Hauptstrom an den Stellen, wo der Nebenarm abzweigt und wo er wieder einmündet. Bei dem niedrigen Wasser während der Befahrung waren besonders die letzteren Kiesbänke, die der Nebenarm in den Hauptstrom vorgeschoben hatte, an vielen Stellen deutlich zu erkennen, und es steht zu befürchten, dafs diesen Schwierigkeiten, die ein Hochwasser in unabsehbarem Umfange herbeizuführen vermag, auch die beste Niedrigwasserführung nicht zu begegnen vermag. Eine Regulirung des Hochwassers stöfst anscheinend aber wieder in anderer Hinsicht auf Bedenken, sodafs hier eine wesentliche Lücke vor der Hand bestehen bleiben mufste.

Das Flufsbett besteht im allgemeinen aus Kalksteingeröll, dessen Stärke dem Gefälle entsprechend abnimmt. Steine von 15 bis 20 kg Gewicht führt der Strom nicht selten über hohe Dämme hinweg, obwohl die Verlandungen hinter den Leitwerken im allgemeinen aus wesentlich leichteren Massen, theilweise sogar aus feinem Sand sich zusammensetzen. Die Schüttsteine, die bei den Bauten verwandt werden, sollen ein kleinstes Gewicht — dieses ist der Prüfstein ihrer Abnahme — von 60 kg aufweisen.

Das Gefälle der Rhone ist sehr verschieden. In grofsen Zügen erhellt es aus dem Längenschnitt (Abb. 2 Bl. 39) vom Jahre 1889 für die Strecke von Lyon bis St. Louis. Für die Strecke von St. Esprit bis Arles liefert der in Abb. 1 Bl. 39 dargestellte Längenschnitt der Rhone vom Jahre 1878 und 1884 eingehendere Angaben. Das Durchschnittsgefälle der Rhone berechnet sich danach

	km		m/km	
1. von Lyon bis Tournon,	0 bis 90,	$J=$	0,488	$=1:$ 2050
2. von Tournon bis Valence,	90 bis 110,	$J=$	0,634	$=1:$ 1580
3. von Valence bis Donzère,	110 bis 170,	$J=$	0,811	$=1:$ 1230
4. von Donzère bis St. Esprit,	170 bis 190,	$J=$	0,713	$=1:$ 1400
5. von St. Esprit bis zur Cèze,	190 bis 215,	$J=$	0,590	$=1:$ 1690
6. von d. Cèze b. z. Durance,	215 bis 245,	$J=$	0,474	$=1:$ 2110
7. von d. Durance b. Soujean,	245 bis 276,	$J=$	0,314	$=1:$ 3180
8. von Soujean bis St. Louis,	276 bis 323,	$J=$	0,019	$=1:$ 52630

Aehnlich wie der Rhein zerfällt die Rhone also in zwei hydrographisch getrennte Theile. Am Rhein liegt der Scheidungspunkt des Oberlaufs vom Unterlauf in Bingen, an der Rhone bei Valence. Die Rhone oberhalb Valence vom Genfer See ab bildet ein Ganzes für sich, die Rhone von Valence bis Soujean ebenfalls. Auf letzterer Strecke nimmt das Durchschnittsgefälle so regelmäfsig ab, dafs sich dafür fast genau ein mathematischer Ausdruck setzen läfst. Das kilometrische Gefälle verringert sich hier auf jedes Kilometer um 0,0048 (beim Rhein um 0,00046, also den zehnten Theil). Der Längenschnitt der Rhone von Valence bis Soujean entspricht also fast genau einer Parabel von der Form $h=0,0024\,(326-k)^2-4,4$. Der Scheitel der Parabel läge 3 km unterhalb St. Louis' und 4,4 m unter dem heutigen Meeresspiegel. Die Ausbildung des Längenschnitts der Rhone unterhalb Valence erfolgte anscheinend zur Eiszeit, wo die Gletscher der oberen Rhone und der Isère den Forschungen zufolge, die Lenthéric Band I Seite 43 anführt, bis Valence

hin gereicht haben sollen; das Rhonethal oberhalb Valence wäre postglacialer Natur.

Der Fluthwechsel der Rhone, d. h. der Unterschied zwischen dem gröfsten Hochwasser von 1856 und dem niedrigen Wasserstande (étiage) von 1878 war zu Lyon 5,28 m, steigt bis Tournon auf 7,61 m, verringert sich bis zur Mündung der Drome, wo das gröfste Durchschnittsgefälle herrscht, auf 5,43 m und erreicht an der Mündung der Cèze seinen Höchstwerth von 8,62 m. Dieser Höchstwerth verringert sich bis Soujean nur wenig, sodafs bei Hochwasser zwischen Soujean und dem Meer sich ein Gefälle von rund 1 : 7000 ergiebt.

Die Regulirung der Rhone bildete lange Jahre hindurch den Gegenstand vieler Entwürfe und Streitschriften. Eine Canalisirung des Stromes, wie solche bei anderen Strömen Frankreichs möglich war, liefs das starke Gefälle der Rhone nicht zu. Die Zahl der Schleusen wäre ins unmögliche gewachsen. Canalfreunde befürworteten daher die Ausführung eines Parallelcanals. Nach dem Vorgang älterer Entwürfe von Céard aus dem Jahre 1808 und von Cavenne aus dem Jahre 1822 schlug Krantz im Jahre 1873 einen Seitencanal auf dem rechten Ufer vor, dessen Kosten er auf etwa 100 Millionen Franken schätzte. Dabei war allerdings Marseille als Endpunkt nicht erreichbar. Auch die Städte Vienne, Valence, Orange, Montélimar, Avignon, Arles, die alle am linken Ufer liegen, hatten keinen Anschlufs. Auf dem linken Ufer war der grofsen Nebenflüsse halber ein Canal aber nicht durchführbar, sodafs man auch diese Absicht aufgab und die Regulirung der Rhone versuchte.

Es lassen sich drei verschiedene Zeiträume unterscheiden, je nach der Art der befolgten Regulirungsgrundsätze und zwar:

1. Die Bauweise der Längsdämme und der Bedeichung bis zum Jahre 1880.
2. Der Ausbau der Krümmungen mit Grundschwellen etwa bis zum Jahre 1885.
3. Die Regulirung der Uebergänge seit 1885.

Als man sich entschlofs, die Rhone zu reguliren, sah man ein, dafs eine Einschränkung nöthig sein werde. Da das Geschiebe des Stromes schwerer war als die Bestandtheile des Ufers, so war der Strom an Breite fort und fort gewachsen und hatte an Tiefe verloren. Eine Befestigung des Ufers und Einschränkung der Breiten mufste dieser Entwicklung ein Ziel setzen. Als Bauweise wurden in Frankreich in allen ähnlichen Fällen früher Längsdämme angewandt, die bis Mittelwasser oder etwas darüber hinaufreichten. Als Normalbreite wurde

1. von Lyon bis St. Vallier das Mafs von 180 m
2. von St. Vallier bis zur Isère . . . 200 m
3. von der Isère bis zur Ardèche . . 200 bis 250 m
4. von der Ardèche bis Soujean . . . 250 bis 300 m

zu Grunde gelegt. Die Höhe der Längsdämme wurde angenommen

1. von Lyon bis zur Isère auf 2,0 m über N. W.
2. von der Isère bis zur Ardèche 2,5 m „ „
3. von der Ardèche bis Soujean 3,0 m „ „

Nach Bewilligung der Geldmittel wurde energisch vorgegangen. Wie Girardon mittheilt, wurden von den bewilligten 45 Millionen Franken in der Zeit von 1878 bis 1884 rund 32500000 Franken ausgegeben.

Wohl waren nun in der ersten Zeit gewisse Erfolge dieses Vorgehens sichtbar. Der Wasserstand war der Einschränkung entsprechend gehoben, die Tiefe vermehrt. Aber es ist erklärlich, dafs bei mittleren und hohen Wasserständen durch die von den Längsdämmen und einer Reihe hochwasserfreier Deiche herbeigeführte Einschränkung auch eine Steigerung der Geschwindigkeiten bedingt wurde, die auf die Gestaltung der Sohle nicht überall in günstigem Sinne einwirken konnte. Wohl wurden einzelne tiefe Kolke, die aus dem unregelmäfsigen Verlauf der Ufer herrührten, dadurch gemindert, dafs die Lage und Richtung der neuen Leitdämme sich in ununterbrochenen, regelmäfsigen Linien der allgemeinen Grundform des Stromlaufs anschlofs, dafs übermäfsig starke Krümmungen gemildert und die einzelnen Ausbuchtungen verlandet wurden, aber in den neu geschaffenen, regelmäfsig verlaufenden Krümmungen, die zum Theil der gegebenen Grundform entsprechend immer noch verhältnifsmäfsig stark sein mufsten und dem Strome dabei eine glatte Führung boten, bildete sich an Stelle der vereinzelten, sehr tiefen Kolke jetzt ein einziger, zusammenhängender tiefer Stromschlauch aus. Die früheren Unregelmäfsigkeiten, die vielen Wirbel und Querströmungen waren zwar beseitigt, aber in dem einheitlichen Strombette war die Kraft des Stromes in Richtung der Stromachse gewachsen, und im Verlauf der Krümmungen vergröfserten sich die Tiefen. Dementsprechend verringerte sich das Gefälle in den Krümmungen und vereinigte sich um so schärfer auf den Uebergängen. Das Ergebnifs war, dafs dem schärferen Gefälle auf den Uebergängen entsprechend sich eine Verminderung der Fahrtiefe einstellte. Allerdings entsprach die Lage des Uebergangs der Grundform, sie war auch unbeweglich und unverändert, aber mit der Vertiefung der Sohle in den Krümmungen festigte sich allzusehr der Zusammenhalt des Stromstrichs mit dem Ufer. Dicht an den Leitwerken zog sich ein allzu tiefer Stromschlauch entlang, der die Führung der Leitwerke so lange wie möglich festhielt, noch festhielt, wenn am andern Ufer zufolge der nächsten Krümmung sich bereits ein anderer, neuer Stromstrich ausbildete. Auf dem Uebergange zwischen diesen beiden Stromschläuchen fehlte die Verbindung. Es bildete sich die Eigenart des schlechten Passes: an jedem Ufer Thalsenkungen, zwischen denen in der Strommitte ein hoher Rücken liegen blieb. Und dieser Rücken war um so höher, der Uebergang um so schlechter, je schärfer die Tiefen in den benachbarten Krümmungen und die den Auslauf dieser Tiefen bildenden Thalsenkungen ausgeprägt waren. Der Längenschnitt nahm mehr und mehr eine treppenförmige Gestalt an, und je schärfer dieser Treppenschnitt ausgebildet war, desto geringer war die Fahrtiefe auf dem Uebergang.

Diesem Mifsstande suchte im Jahre 1880 der Chefingenieur der Rhone Jacquot durch Uebernahme der preufsischen Grundschwellen zu begegnen. Auf dem Expertencongrefs an den Donau-Katarakten hatte er im Jahre 1879 vom Herrn Geheimen Oberbaurath Kozlowski von der guten Wirkung der Grundschwellen an der Elbe und den übrigen preufsischen Strömen gehört, kam 1880 nach Berlin, bereiste die Weichsel, Oder, Elbe und den Rhein und beantragte in seinem Berichte vom 28. September 1880 nach einer eingehenden Schilderung der deutschen Bauweise beim

Ministerium in Paris die Einführung der Grundschwellen an der Rhone. Dieser Bericht Jacquets erscheint für die Regulirung der Rhone sowohl, wie auch vom allgemeinen technischen Standpunkte aus so bedeutungsvoll, dafs er im Anhange auszugsweise wiedergegeben wird.

Anfangs scheint Jacquet mit seinem Antrage auf grofse Schwierigkeiten gestofsen zu sein, setzte es aber schliefslich durch, Versuche anstellen zu dürfen. Wie sehr dieses Vorgehen damals vielfach überraschte — zu einer Zeit, wo in Deutschland selbst die Stimmen über die Zweckmäfsigkeit dieser Bauweise noch sehr getheilt waren und selbst von technischer Seite die Unzweckmäfsigkeit der ganzen Stromregulirung nachzuweisen gesucht wurde —, geht insbesondere aus dem Werke des Directors der Moskwa-Schiffahrt Janicki, das der Baumeister Klett ins Deutsche übersetzt hat, hervor. Janicki bedauerte den Entschlufs der Franzosen, erachtet die Gelder für fortgeworfen und war überzeugt, dafs die Rückkehr zu den Canalisirungsentwürfen an der Rhone nicht lange werde auf sich warten lassen. Auch der Bevölkerung an der Rhone wollte es, wie Lenthéric sagt, anfangs nicht verständlich erscheinen, dafs ein Flufs, der an zu geringer Tiefe litt, dadurch verbessert werden sollte, dafs man die Stellen, wo wirklich noch Tiefen vorhanden waren, mit Steinwällen verbaute. Aber gleich die ersten Versuche fielen günstig aus, und bald sah man ein, die Deutschen hatten recht: „Die Tiefen consumiren das Gefälle“. Dieser Ausspruch, den Jacquet und Lenthéric beide als deutsches Schlagwort anführen, ist zwar bei uns wohl kaum allgemein bekannt und an sich wohl etwas dunkel. Aber an der Rhone folgerte man daraus, dafs die grofsen Tiefen verbaut werden müfsten, um Gefälle wiederzugewinnen, um zu verhindern, dafs in den grofsen Tiefen das Gefälle verloren geht.

Mit aufserordentlicher Beharrlichkeit sind dann an der Rhone fast in allen starken Krümmungen die grofsen Tiefen mit Grundschwellen verbaut worden, sodafs der Umfang dieser Arbeiten die bei uns an Elbe und Rhein ausgeführten Arbeiten weit übertrifft. Der Abstand der meist in wagerechter Lage mit Kopfschwellen nach dem Ufer zu angelegten Werke ist im allgemeinen 75 m, ihre Krone liegt 2,5 m bis 4,0 m unter Niedrigwasser. Als Beispiel für die geschlossene Durchführung dieser Bauweise habe ich die Stromkarte von Kil. 226 bis 231 in Abb. 8 Bl. 37 u. 38 beigefügt, aus der hervorgeht, dafs die Arbeiten sich fast vollständig auf die Verbauung der grofsen Tiefen in den gekrümmten Stromstrecken beschränkten. Noch deutlicher erhellt dies aus der in Abb. 1 Bl. 37 u. 38 dargestellten Strecke von Kil. 219 bis Kil. 233, wo die gröfsten Tiefen und die Grundschwellen eingetragen sind. Die französischen „épis noyés“ (Text-Abb. 3) bestehen aus Steinschüttung mit der Böschung 1:1 stromauf und 1:2 stromabwärts. Die Kronenbreite ist 1,0 bis 1,5 m. Vielfach ist stromabwärts ein Abfallboden aus Schüttsteinen angefügt. Ihre Richtung ist inclinant, ähnlich wie bei den Buhnen.



Abb. 3. Abb. 4.

In der Mitte des Stromes, wo kein Anschlufs ans Ufer möglich war, sind bisweilen auch sparrenartig angeordnete Schwellen erbaut worden, um auf Verlandung hinzuwirken. (Text-Abb. 4.) Die Zahl solcher Werke ist indes gering. Wie Girardon bemerkte, ist ein wesentlicher Nutzen mit diesen Werken nicht erzielt worden, aber auch die entgegengesetzte Wirkung, die man nach der Wirkungsweise der gebrochenen Buhnen annehmen sollte, d. h. Auskolkung der Sohle, ist nicht beobachtet worden. Sie kommen fast nur auf Uebergängen oder kurz oberhalb derselben vor, selten in Krümmungen.

Die Herstellung der „épis noyés“ erfolgte unter Verwendung besonderer Vorrichtungen, die nach Art unserer Betonsenkkästen gefertigt sind. In Abb. 3 bis 10 Bl. 39 ist eine derartige Vorrichtung dargestellt. Diese Versenkgerüste haben sich bewährt und sind noch heute im Gebrauch, nachdem man von dem Versuche, Schütttrichter zu verwenden, die in eisernem Lattenwerk hergestellt waren, zurückgekommen ist. Die Oberfläche der Grundschwellen wird mittels Taucherglocke und Taucheranzuges eingeebnet, die in der Krone liegenden Steine werden pflasterartig versetzt.

Dieser sorgfältigen Herstellungsart, die auch bei dem nach dem Ufer zu ansteigenden Theile angewandt wurde, ist es offenbar zuzuschreiben, dafs die Grundschwellen der Rhone trotz des starken Gefälles sich auch bei Niedrigwasser an der Oberfläche kaum kennzeichnen. Wiederholt habe ich mich bei ruhigem Wetter überzeugen können, dafs auch bei Niedrigwasser auf den Grundschwellen, deren Lage und Richtung allgemein am Ufer durch rothe Zeichen kenntlich gemacht war, kaum die Spur eines wehrartigen Ueberfalls wahrgenommen werden konnte. Das Gefälle war anscheinend ganz gleichmäfsig, die Oberfläche des Wassers fast spiegelglatt. Erst wenn am Ende einer Reihe von Grundschwellen die natürliche Flufssohle begann, trat das in starken Gefällstrecken übliche Aufwallen der Grundwirbel wieder ein. Wo eine Schwelle durchbrochen oder beschädigt war, gab sich dies an der Oberfläche durch örtlich begrenzte Beschleunigung der Geschwindigkeit zu erkennen. Die Verlandung der durchbauten Tiefen zwischen den Grundschwellen war anscheinend gröfser als bei uns, obwohl eine vollständige Verlandung dort ebenfalls zu den Ausnahmen gehört.

Wesentliche Erfolge sind mit diesem Vorgehen an der Rhone nicht erzielt worden. Das Gefälle der Rhone ist trotz umfassender Verbauung der grofsen Tiefen kaum nennenswerth verändert. Ein Vergleich der Längenschnitte von 1878 und 1884 Abb. 1 Bl. 37 u. 38 läfst trotz der grofsen Zahl von Grundschwellen, die 1882/83 auf dieser Strecke erbaut wurden, nur geringfügige Besserungen erkennen. Allerdings haben die Stromspaltungen dabei anscheinend verhängnifsvoll mitgespielt. Immerhin konnte Girardon mit Recht sagen: „nous avons essayé de relever la pente avec des épis noyés; nous n'avons pas réussi d'une façon qui vaut la peine d'en parler“. Auf die Verbesserung der Tiefe auf den Uebergängen wirkte die Verbauung der grofsen Tiefen in den Krümmungen ebenfalls nur wenig ein. Wohl verringerten sich die Thalsenkungen etwas, die von den Krümmungen aus am Ufer entlang über den Wendepunkt der Grundform hinab- und hinaufreichten, aber der trennende Rücken, der schlechte Pafs blieb bestehen. Nach wie vor verlief der Stromstrich in getrennten Zweigen.

Es ist das Verdienst Girardons, diesen Uebelstand erkannt und anscheinend das richtige Mittel zur Bekämpfung desselben gewählt zu haben. Es ist bekannt, wie er auf

dem Haager Congrefs die Führung des Stromes auf den Uebergängen als Hauptgrundsatz in den Vordergrund stellte. Ausgehend von der Beobachtung, dafs hohe und steile Ufer den Strom anziehen und die Bildung gröfserer Tiefen fördern, geht er darauf aus, in Krümmungen die einbuchtenden Ufer möglich wenig hoch und möglichst wenig steil auszubilden. Er steht nicht auf dem vom Generalingenieur Fargue betonten Standpunkte, dafs er zu gunsten einer gröfstmöglichen Beständigkeit der Sohlenlage in den Krümmungen die Ausbildung grofser Tiefen zu fördern suchen sollte. Die Erfahrungen, die mit den hohen Längsdämmen an der Rhone gemacht waren, sind zu klar. Er verwendet in den Krümmungen daher nicht die Spiralvolute oder Lemniscate, die eine Steigerung der Krümmung auf den erreichbaren Höchstwerth zur Folge haben und daher auch die Steigerung der Tiefe auf den höchsten Werth herbeiführen müssen. Die Grundform der Rhone ist vielmehr aus einzelnen Kreisbögen zusammengesetzt mit der Mafsgabe, dafs einerseits in den Krümmungen möglichst grofse Halbmesser gewählt werden und dafs anderseits das Krümmungsverhältnifs vom Wendepunkt zum Scheitel der natürlichen Grundform sich anpassend in einzelnen Abstufungen thunlichst regelmäfsig zunimmt. Es sind also gewissermafsen Korbbögen. Lange gerade Linien sind vermieden, die Anzahl der Uebergänge bleibt thunlichst grofs erhalten. In der Krümmung sucht Girardon die Lage der gröfsten Tiefe nicht dem Ufer, sondern thunlichst der Strommitte zuzuschieben, wenn dies natürlich auch nicht überall möglich ist.

In gekrümmten Stromstrecken sind mit Leitwerken Versuche gemacht worden, deren Krone in der Höhe der erstrebten Sohle, also 2,5 m unter N.W. lag; indessen ist man hiervon zurückgekommen, da der Erfolg ausblieb. Girardon legt heute die Kronenhöhe der vorhandenen Leitdämme in der Krümmung auf 1,0 m über Niedrigwasser an und läfst sie nach dem Uebergange hin auf die Höhe von Niedrigwasser auslaufen. Von Lyon bis Valence sind die früher in 2,0 m über N.W. hergestellten Leitdämme bereits alle auf diese Höhe abgetragen, und mit den gewonnenen Steinen sind die Queranschlüsse nach dem Ufer hin verstärkt oder die Grundschwellen ergänzt worden. Die alten Strombauwerke sind die Steinbrüche, denen die neue Bauweise zum grofsen Theil ihre Baustoffe entnimmt. Von Valence bis St. Esprit ist nach den neuen Grundsätzen erst wenig geschehen, ebenso sind auch abwärts von St. Esprit erst wenige Leitdämme abgetragen oder tiefer gelegt worden. In dem geringen Bedarf an neuen Baustoffen und in dem Bestreben Girardons, langsam und vorsichtig vorzugehen, liegt ein Hauptgrund für die von Girardon hervorgehobenen geringen Kosten der neuen Bauweise.

Das Hauptaugenmerk wird von Girardon auf den Ausbau der Uebergänge gerichtet. Zwischen Valence und St. Esprit waren noch mehrere Uebergänge in ihrer natürlichen Beschaffenheit vorhanden, die bei dem niedrigen Wasserstande der Befahrung uns in voller Schroffheit die Schwierigkeit vor Augen führten, denen die Schiffahrt und die Regulirung hier gegenüberstehen. Wenn stromab fahrend der Sand des ausbuchtenden Ufers allmählich ansläuft und das Wasser die ganze Breite des Stromes einnimmt, lenkt das Fahrzeug mehr und mehr quer zum Stromlauf einer wellenförmig, wild bewegten Fläche am gegenüberliegenden Ufer zu (Text-Abb. 5). Aengstlich schaut der Lotse aus, denn auch das Dienstfahrzeug des Chefingenieurs bediente sich bei der Thalfahrt der Hülfe der Lotsen. Unter fortwährendem Peilen am vorderen und hinteren Schiffsende, denn die Rhonedampfer sind im Verhältnifs zur Breite sämtlich aufserordentlich lang gebaut, gleitet das Schiff in möglichst langsamer Fahrt, aber doch in beschleunigtem Mafse eben noch steuerfähig über den steinigen Grund fort; hier und dort eilt es an einzelnen gröfseren Steinen vorüber, die bei dem klaren Wasser aus der Tiefe hervorleuchten; verschiedentlich streift der Boden des Schiffes die rauhe Grundfläche, bis das Fahrzeug mit reifsender Geschwindigkeit in eine von mehr als 1 m hohen stehenden Wellen bedeckte schmale Strombahn einlenkt — der Uebergang ist durchfahren. Wohl 10 bis 12 solcher Uebergänge haben wir mit ängstlicher Spannung verfolgt, immer war dasselbe Spiel. Ein Handkahn hätte sich in den Strom und Wellengang nicht wagen dürfen.



Abb. 5.

Anderer Art waren die Uebergänge am Oberrhein, wo wir auf der Rückkehr von Lyon Ende November unter der liebenswürdigen Führung des Herrn Ministerialraths, Wasserbaudirector Willgerodt den Rhein von Strafsburg ab auf 30 km Länge bis Söllingen mit einem Ruderboot befuhren, ebenfalls bei sehr niedrigem Wasserstande, wo die Dampfschiffahrt nicht mehr möglich war. Es ist bekannt, dafs die in rund 1000 m Abstand liegenden Kiesbänke hier regelmäfsig zu Thal wandern. Am unteren Ende des Uebergangs traten hier aber weniger hohe Wellen, als mächtige Strudelbewegungen hervor, denen gegenüber es der ganzen Aufmerksamkeit des Steuermanns bedurfte. Die Strömung war nicht so stark wie an der Rhone. Von hoher Bedeutung sind gewifs die gesammelten Beobachtungen über die Regelmäfsigkeit, mit der die Bildung und Verschiebung der Kiesbänke vor sich geht, da sie offenbar ein bestimmtes gesetzmäfsiges Verhalten der Geschiebebewegung darthun. Auf der Rhone wandern die Sandbänke und Uebergänge nicht, sind auch keine Strudel vorhanden, obwohl das Gefälle fast doppelt so grofs ist wie am Oberrhein. Allerdings ist auch das Geschiebe der Rhone wohl mehr als doppelt so schwer.

Um die Uebergänge zu reguliren, geht Girardon von der Grundbedingung aus, dafs den Strom hier kein hohes oder steiles Ufer fesseln darf. Wo Leitdämme auf Uebergangsstrecken vorhanden sind, läfst er sie bis auf Niedrigwasser abtragen und verwendet die gewonnenen Steine, um durch vorgelegte Stromschwellen die Thalsenkungen am Ufer zu verbauen, der Strömung am Ufer den Weg zu verlegen. Während in den Krümmungen die Grundschwellen meist in einer Höhe von 2,5 m unter N.W. ans Ufer anschliefsen, steigt diese Anschlufshöhe nach dem Uebergange hin vielfach bis zum Niedrigwasserspiegel an. Das Gefälle der Stromschwellen im Querschnitt ist verschieden je nach dem erstrebten Querschnitt. Wo auf den Uebergängen bisher noch keine Leitdämme errichtet waren, verzichtet Girardon auf die Herstellung derselben und sucht mit den Stromschwellen allein sein Ziel zu erreichen. Ein Beispiel letzterer Art ist in Abb. 5 u. 6 Bl. 37 u. 38 wiedergegeben. Die Tiefenlinien vor Anlage der Schwellen

sind in Abb. 5 dargestellt und zeigen das ausgesprochene Bild eines schlechten Ueberganges, die Tiefenlinien in Abb. 6 geben den Zustand nach Ausführung der Schwellen wieder und lassen die Umwandlung erkennen, die sich in der Sohlengestaltung vollzogen hat. Ein grundsätzlicher Erfolg ist unverkennbar. In Abb. 2, 3 u. 4 Bl. 37 u. 38 sind noch mehrere derartige Beispiele beigefügt, in Wirklichkeit sind eine ganze Reihe derartiger Fälle zwischen Lyon und Valence vorhanden.

Wenn indessen Girardon in seiner Denkschrift 1894 sich dahin ausspricht, dafs er den Ausbau eines Normalquerschnitts verwerfe, dafs er auf Einschränkung des Strombettes und auf Ausgleich des Gefälles Verzicht leiste, dafs er vielmehr die Ausbildung des Längengefälles in Treppenform befürworte, so ist dies doch cum grano salis zu verstehen und nicht wörtlich zu nehmen. Ich habe in eine Reihe neu aufgestellter Sonderentwürfe Einsicht nehmen dürfen, die über das dabei eingeschlagene Verfahren eingehenden Aufschlufs gaben. Girardon legt, wie er sagt, Hauptwerth auf einen guten Entwurf. Das Vorgehen bei Aufstellung dieser Entwürfe ist ein sehr sorgfältiges. Erst nach Vorlage mehrerer aus verschiedenen Zeiten stammenden Aufnahmen des Stroms, wobei die Aufmerksamkeit sich besonders einer genauen Darstellung der Sohlen- und Bodengestaltung zuwendet, wird in Erwägungen eingetreten, welches Endziel erreichbar sein möchte. Dieses Endziel, das angestrebt werden soll, wird zeichnerisch dargestellt sowohl im Längen- und Querschnitt, wie insbesondere im Grundrifs mit bestimmten Tiefenlinien, Stromstrich usw. Dieses Endziel enthält geminderte Tiefen in der Krümmung und vergröfserte auf dem Uebergange, ohne dafs an der durchschnittlichen Gröfse der Querschnitte wesentlich geändert wird. Für die Form der erstrebten Querschnitte des Stroms wird die Parabel zu Grunde gelegt. Die Achse der Parabel entspricht der Lage des in Korbbogenform verlaufenden Stromstrichs. Die Sohlenlage in Richtung des Stromstrichs ist nicht dem Wasserspiegel parallel, sondern der Scheitel der Parabel liegt am höchsten auf dem Uebergange, am tiefsten in der Krümmung, und zwar um so tiefer, je schärfer die Krümmung ist. Der Längenschnitt der gröfsten Tiefe ist auch im Entwurfe daher ein wellenförmiger. Die Wassermasse wird bei Aufstellung des Entwurfes nicht berücksichtigt, die Querschnittgröfsen werden nicht hydraulisch berechnet, sondern in der Gröfse beibehalten, die sie durchschnittlich besitzen, ohne dafs dabei bei jedem Entwurfe durchweg eine bestimmte Querschnittgröfse gewählt würde. Die gemessenen Querschnittgröfsen werden vielmehr zeichnerisch dargestellt und durch eine Ausgleichlinie die Veränderlichkeit der Querschnittgröfse festgestellt. Es findet keinerlei Rechnung auf Grund von Geschwindigkeitsformeln statt. Soweit die Tiefen über das erstrebte Endziel hinausgehen, werden sie durch Grundschwellen verbaut, jedoch zunächst nicht bis zur vollen Höhe, sondern die Krone bleibt annähernd 0,5 m tiefer liegen, ungefähr parallel zur erstrebten parabolischen Begrenzung des Querschnitts. Eine Baggerung der fehlenden Tiefen findet nicht statt. Diese Arbeit verbleibt im allgemeinen der natürlichen Strömung. Für den Verlauf des Wasserspiegels im Längenschnitt wird zwar keine Grade, aber doch eine sich derselben sehr annähernde Linie zu Grunde gelegt.

Die Bauweise Girardons nimmt also ebenfalls die Herstellung von Normalquerschnitten, sogar solcher von bestimmter Form in Aussicht, nur dafs die Gröfse und Form derselben je nach der Oertlichkeit einer bestimmten Veränderlichkeit freigegeben wird; sie nimmt ferner auch Einschränkungen in Aussicht, und zwar sowohl in der Breite als in einzelnen Querschnittgröfsen, nur dafs sie nicht überall dieselbe Breite anwendet; sie arbeitet ferner auf einen Ausgleich des Gefälles hin, nur dafs sie davon absieht, auf den Uebergängen und in den Krümmungen überall dasselbe Gefälle herstellen zu wollen. In diesem Sinne wird gewifs jeder den Vorschlägen Girardons nur voll beistimmen, wenn wir auch eine vollständige Verzichtleistung auf jede Rechnung schwerlich als geboten anerkennen werden. Zur Prüfung und Vergleichung der Einzelwerthe wird die Rechnung wohl immer noch einen gewissen Platz beanspruchen dürfen, so mangelhaft die hydraulischen Formeln und theoretischen Anhaltspunkte zur Zeit auch noch sind.

Auch in anderer Beziehung ergeben sich danach von unserem Vorgehen gewisse Unterschiede. Während wir gröfsere Stromregulirungen nur schrittweise auszuführen pflegen und nach jedem Schritte wieder überlegen, was zur Erzielung weiterer Verbesserungen fernerhin zu geschehen hat, immer unter fortlaufender Beobachtung der thatsächlichen Verhältnisse, während wir dieses Vorgehen so weit fortsetzen, bis wir einen berechtigten Anforderungen genügenden und dauernden Zustand erreicht haben, bedarf der französische Ingenieur von vornherein eines Generalentwurfes, eines Endziels auch bei einzelnen beschränkten Regulirungen. Es ist dies derselbe Gegensatz, der z. B. schon 1849 bei der internationalen Rheinstrombefahrung zwischen G. Hagen und Couturat, dem Urheber der Regulirung des Oberrheins, sich bemerkbar machte. Auch Girardon bleibt bei seinem Vorgehen „par tâtonnement“ ein guter Entwurf die Hauptsache.

Ein fernerer Unterschied besteht darin, dafs an der Rhone fast vollständig Abstand genommen wird von Baggerungen. Der Strom soll im allgemeinen die Arbeit allein verrichten. Vor 20 oder 30 Jahren war dies auch bei uns Grundsatz, und viele alte Wasserbautechniker haben sich bei uns gegen Baggerungen lange gesträubt oder wenigstens doch die Kraft des Stromes zum Betrieb der Bagger oder zu Kratzvorrichtungen zu verwenden gestrebt. Die steigende Leistungsfähigkeit der Bagger und immer billigere Verwendung derselben hat diesem alten Vorurtheil bei uns endlich den Boden entzogen, denn, wie auf dem internationalen Congrefs zu Brüssel hervorgehoben wurde, in keinem Lande sind die Baggerungen zur Zeit so on der Tagesordnung, wie in Norddeutschland. Und das mit vollem Recht. Es ist eben etwas anderes, den festgelagerten Boden in Bewegung zu setzen, als die Ablagerung neuen Geschiebes zu verhüten. Durch Einschränkung allein läfst sich der durchschnittliche Querschnitt der meisten Uebergänge auf Abmessungen zurückführen, die auf Vollkommenheit keinen Anspruch mehr haben. Die Sohle hat sich vielfach so fest gelagert, dafs die geringe Geschwindigkeitsvermehrung machtlos bleibt, oder das Geschiebe ist so schwer, dafs selbst gewöhnliche Hochwasser ohne Einwirkung über dasselbe hinziehen. Hat der Bagger die feste Kruste erst gebrochen oder das schwere Material beseitigt, so kann die Geschwindigkeitsvermehrung aber sehr wohl einer neuen Ansammlung gleich schweren Geschiebes vorbeugen. So sind am Rhein in den letzten zwanzig Jahren eine Reihe von Uebergängen hauptsächlich durch Baggerung erweitert und ver-

tieft worden, ohne dafs neue Versandungen eingetreten oder Spiegelsenkungen beobachtet wären. Auf 72 Uebergängen ist am Rhein der kleinste Querschnitt durchschnittlich um 124 qm d. h. um etwa 20 v. H. vergröfsert, in vier Fällen sogar bis zu 250 qm, also um 40 v. H. Dafs ein Entwurf hätte von vornherein eine so weit gehende Aufräumung des Ueberganges ins Auge fassen können, ist wohl ausgeschlossen, jedenfalls wenn man sich bei Bemessung der Querschnittgröfsen lediglich mit den bestehenden Durchschnittsgröfsen begnügt hätte. Ohne Baggerung wäre ein derartiger Erfolg gar nicht erreichbar gewesen; mit ihnen gingen allerdings Einschränkungen unter Niedrigwasser Hand in Hand. Sind also die Baggerungen bei uns auch nicht die einzigen Hülfsmittel zur Regulirung der Uebergänge, wie Timonoff es für die Wolga im Auge hat, so sind sie doch für uns unentbehrliche Mittel und werden es wohl noch in höherem Mafse in der Zukunft werden, wenn die Hoffnungen, die man den grofsen Saugbaggern entgegenbringt, sich verwirklichen sollten.

Ein weiterer Vergleich des Vorgehens an der Rhone mit unseren norddeutschen Verhältnissen führt zu der Frage: War es nothwendig, die Längsdämme auf den Uebergängen bis auf Niedrigwasser abzutragen und welcher Vortheil wird damit erreicht? Die Längsdämme an der Rhone stellten eine Mittelwasserregulirung dar, während sie durch die Abtragung lediglich Glieder der Niedrigwasserregulirung werden. Die Frage läfst sich daher auch dahin auslegen: War es nothwendig, die Mittelwasserregulirung zu gunsten der Niedrigwasserregulirung zu beseitigen?

In Norddeutschland pflegt die Niedrigwasserregulirung im allgemeinen als eine Ergänzung der für Mittelwasser angelegten Bauwerke, als der feinere Ausbau betrachtet zu werden, der zur Herstellung regelmäfsiger Querschnittsformen in den Rahmen der bisherigen Werke nachträglich nach Bedarf hineingefügt wird. Die Mittelwasserwerke bleiben unverändert erhalten. Die Buhnen und Grundschwellen bilden ein zusammengehöriges Ganzes, ebenso wie die Deckwerke oder Leitwerke, die bei uns vorhanden sind, in den davor liegenden Grundschwellen erst ihren vollen Ausbau erhalten. Nicht überall ist es zwar bei uns nothwendig gewesen, diesen vollen Ausbau durchzuführen. Es giebt viele Stromstrecken, wo die Vertheilung der Stromgeschwindigkeiten und demzufolge auch der Wassertiefen schon von Natur aus eine so günstige war, dafs es besonderer Grundschwellen nicht bedurfte; es giebt viele Krümmungen, wo die Ausbildung des ausbuchtenden Ufers mittels Grundschwellen oder durch Schlickzäune und Pflanzungen sich so regelmäfsig ausbilden liefs, dafs es besonderer Mittelwasserwerke nicht bedurfte. Es liegen wohl vereinzelte Fälle vor, dafs Buhnen, die in stark ausbuchtenden Ufern angelegt waren, abgetragen worden sind, aber auf Uebergängen, wo der Strom von einem Ufer zum andern übergeht, sind in erster Linie bei uns Werke in Mittelwasserhöhe für unumgänglich gehalten worden.

Ein wesentlicher Unterschied in den örtlichen Verhältnissen besteht dabei zwischen der Rhone und den norddeutschen Flüssen nicht, insofern im allgemeinen hier wie dort der Niedrigwasserstand etwa 2 m unter Mittelwasserhöhe und letztere etwa 2 m unter Uferhöhe zu liegen pflegt. Hier wie dort sind die natürlichen Strombreiten auf den Uebergängen meistens gröfser als in den Krümmungen. Während in den gekrümmten Strecken, besonders in starken Bögen, es sich im allgemeinen nur um eine Vertheidigung und angemessene Ausrundung der einbuchtenden Ufer handelt, kommt bei Uebergängen, Graden oder schwach gekrümmten Strecken dagegen eine merkbare Einschränkung in Frage.

Auf eine Einschränkung der Strombreite werden wir dabei auf den Uebergängen schwerlich Verzicht leisten können, denn auf ihr beruht hauptsächlich der Erfolg, den wir in der Herstellung gröfserer Fahrtiefen erreicht haben. Der Umstand, dafs selbst bei bordvollem Wasser der Strom durch die hohe Lage der Mittelwasserwerke gezwungen ist, seine Hauptwassermasse im engeren Strombett zwischen den Buhnen abzuführen, wird etwaigen Versandungen auf den Uebergängen am wirksamsten vorbeugen. Wenn nur Niedrigwasserwerke vorhanden sind, so ist die Leistungsfähigkeit der über den Werken gelegenen Querschnittstheile weit gröfser, da die Geschwindigkeit von 2 m bis 4 m Wassertiefe merkbar zunimmt. Die Wassermenge, die den Uebergang selbst überströmen mufs, wird merkbar verringert und demzufolge im engeren Strombett sich eine merkbare Verringerung des Querschnitts zu ungunsten der Wassertiefe ergeben. Beim Sinken des Wasserstandes mag vielleicht der Strom diese Auflandung wieder beseitigen, und zwar um so leichter, je besser der Strom in seinem Niedrigwasserbett geführt wird, aber die Veränderlichkeit der Höhenlage des Uebergangs zu stärken, kann allgemein kaum als Vortheil gelten. Bei der Verschiedenartigkeit, die das Geschiebe jedes Flusses seiner Gröfse, Form und Schwere nach zeigt, wäre es nicht immer mit Sicherheit verbürgbar, dafs die Geschwindigkeit bei Niedrigwasser ausreicht, um das Geschiebe fortzuführen und die bestimmte Bahn für das Fahrwasser in der erforderlichen Breite freizulegen.

Der Höhenunterschied, um den die Oberfläche eines Uebergangs zwischen Hochwasser und Niedrigwasser schwankt, ist an der Rhone durch Beobachtungen festgestellt und soll an manchen Stellen bis zu 1,0 m betragen. Aus den fortlaufenden Aufzeichnungen liefs sich eine regelmäfsige, stete Schwankung dieser Höhe im Sinne der Wasserstandsbewegung erkennen, derart, dafs dem steigenden Wasserstande eine Erhöhung des Uebergangs und umgekehrt dem fallenden Wasserstande eine Senkung desselben entspricht. Gleiche Beobachtungen am Rhein haben eine derartige sichere Beziehung nicht hervortreten lassen, sondern die Zahl der Fälle, dafs bei höherem Wasser eine höhere Lage des Uebergangs festgestellt wurde, ist der Anzahl von Fällen annähernd gleich, dafs das Gegentheil sich ergab. Abgesehen von einigen Ausnahmen, ist am Rhein auch das Mafs der Schwankung durchschnittlich weit geringer.

Wenn nun thatsächlich an der Rhone die anhaltenden Hochwasser der letzten Jahre auf der Stromstrecke von Lyon bis Valence, wo die Leitwerke fast durchgängig auf den Ueberganges bis auf Niedrigwasser abgetragen und die Grundschwellen fertig hergestellt sind, keine merkbare Verschlechterung der Uebergänge erzeugten, so läfst dies vielleicht doch dem Zweifel Raum, ob dieser Erfolg mehr der Niederlegung der Dämme oder der verbesserten Führung des Stroms durch Grundschwellen zuzuschreiben ist. Ueberdies waren auf dieser Stromstrecke die Ufer schon vor der Regulirung ziemlich regelmäfsig ausgebildet, die Breiten waren nicht übermäfsig

grofse und die Gefällverhältnisse ziemlich gleichmäfsige. Unterhalb Valence liegen die Verhältnisse aber weit ungünstiger. Das Gefälle ist stärker und ungleichmäfsiger vertheilt, die Breiten, Querschnittsflächen und Wassermengen schwanken bei ausgedehnten Stromspaltungen in weiten Grenzen. Während bei dem Wasserstande von 0,30 m unter N.W. bei der Befahrung auf den Uebergängen oberhalb Valence ziemlich gleichmäfsig eine Fahrtiefe von 1,40 m gepeilt wurde, verringerte diese sich unterhalb Valence mehrfach auf 1,20 m, auf dem Uebergang von Fraysse Kil. 124 bis auf 1,0 m.

Hervorzuheben ist ferner, dafs die Anzahl der schlechten Uebergänge nach Angabe Girardons in den letzten Jahren, wo hohe Wasserstände herrschten, wieder zugenommen hat. Der Pafs von Fraysse war unter den schlechten Uebergängen, die Girardon in der zeichnerischen Darstellung seines Berichtes im Haag vorführte, nicht enthalten, bestand also 1894 noch nicht in dem Umfange. An und für sich ist allerdings im allgemeinen in einer bei ungünstigen Wasserständen vorübergehend eintretenden Verschlechterung einzelner Uebergänge oder im Auftreten neuer Hindernisse noch kein Mifserfolg zu erblicken. Bis zum Eintritt vollständig gesicherter Verhältnisse wird sich dies wohl noch wiederholt ereignen, während doch im allgemeinen eine günstige Entwicklung sich vollziehen kann. Eine Folgerung läfst sich in dieser Hinsicht nur an der Hand vollständigerer Unterlagen ziehen, als sie bei einer doch immerhin nur oberflächlichen Befahrung erlangbar waren. Für die Stromstrecke unterhalb Valence erachtet Girardon überdies die Regulirung für Niedrigwasser kaum als begonnen und rechnet für Durchführung derselben noch auf eine Reihe von Jahren.

Ein weiterer Umstand, der für Beibehaltung der Mittelwasserwerke spricht, liegt aber bei unseren mit Buhnen ausgebauten Strömen in den Eisverhältnissen. Die Buhnenköpfe sind feste Punkte, die im allgemeinen hinreichend stark sind, dem Eisabgange Widerstand zu leisten. Bauwerke, die in ihren Abmessungen den Grundschwellen gleichen, würden den Angriffen eines Eisaufbruchs schwerlich gewachsen sein. Für die Rhone fällt diese Rücksicht allerdings fort, da die Eisgänge dort ohne besondere Gefahr verlaufen und äufserst selten sind.

Wenn demnach die Niederlegung der Längsdämme auf den Uebergängen an der Rhone von Mittelwasser auf Niedrigwasser nicht durchweg auf unsere Verhältnisse zutrifft oder Nachahmung fordern mag, so geht daraus jedenfalls eine Bestätigung der auch anderweit gemachten Erfahrung hervor, dafs hohe Längswerke für die Ausbildung der Fahrrinne keinen günstigen Einflufs geübt und das ihnen früher entgegengebrachte Vertrauen nicht verdient haben. Mit dem Vorzuge einer festen Begrenzung des Stromlaufs verbinden die Längswerke den Nachtheil, dafs sie den Strom anziehen, neben sich leicht grofse Tiefen schaffen und dafür in der Strommitte einen hoch liegenden Mittelgrund entstehen lassen. Statt einer einzigen in der Strommitte liegenden Fahrrinne bilden sich deren zwei, an jedem Ufer eine, von denen natürlich jede einzelne in ihren Abmessungen entsprechend kleiner ausfallen mufs. Je niedriger die Längswerke gehalten werden, desto weniger werden zwar diese Nachtheile bemerkbar werden, aber desto mehr geht auch ihr Vortheil, dafs sie von vornherein ein festes Ufer schaffen, verloren. Sie geben dem Strome dann nicht mehr die sichere Führung, werden stärker überströmt, und es scheint begreiflich, was Schattauer auf dem Haager Congrefs für die Oberweser anführte, dafs die Niedrigwasserleitwerke allein nicht zu halten waren, sondern durch Grundschwellen und stark ansteigende Queranschlüsse geschützt werden mufsten. Auch an der Rhone war man nach dem beigefügten Berichte Jacquets schon vor 1880 allmählich zu niedrigen Leitwerken übergegangen, und auch dort hielt Jacquet die Hinzufügung von Grundschwellen für geboten. Sind auch die Vortheile, die Jacquet sich von der Wirkung der Grundschwellen versprochen hat, nicht durchweg in Erfüllung gegangen, ist insbesondere die vollständige Verlandung derselben und eine wesentliche Erhöhung des Gefälles ausgeblieben, so haben sie doch wenigstens das Eintreten merkbarer Spiegelsenkungen, wie diese den Längswerken im allgemeinen zu folgen pflegen, nicht aufkommen lassen. Durch die Kraftverluste, die sie der Strömung bereiten, vermindern sie die Geschiebeführung des Stromes in um so höherem Mafse, je mehr der Strom einer Senkung zustreben sollte. Wenn aber die Niedrigwasserlängswerke doch der Grundschwellen als ergänzenden Ausbaus bedürfen, dann erscheint das Vorgehen Girardons gerechtfertigt, dafs er auf Uebergängen, wo bisher noch keine Leitwerke vorhanden waren, auch von niedrigen Längswerken Abstand nimmt und sich lediglich auf den Bau von Grundschwellen beschränkt, denn die Längswerke haben dann keinen Zweck mehr. Anders liegen natürlich die Verhältnisse an kleinen Flufsläufen, wo ein sicherer Uferschutz überhaupt nur durch Längswerke oder Deckwerke erreichbar ist, wie an der Saale oder an den Gebirgsflüssen Süddeutschlands. Aber auch hier hat man, wie z. B. an den Schwarzwaldflüssen Badens, den Ausspülungen der Sohle durch Schwellen vorbeugen müssen, ebenso wie die Schweiz an der oberen Rhone die Ufer mittels Grundschwellen gegen Unterspülung gesichert hat.

Die gröfste Schwierigkeit auf der Rhone unterhalb Lyons liegt jedenfalls in dem ungünstigen Einflufs der Seitenarme und Nebenflüsse. An der Mündung der Ardèche z. B. war neuerdings die Breite des Wasserspiegels auf etwa 50 m bei Niedrigwasser eingeengt. Ein breiter Schuttkegel des Nebenflusses hatte den Strom in zwei Drittel seiner Strombreite gesperrt. Aehnliche Unregelmäfsigkeiten bestanden in grofser Zahl, bald stärker, bald schwächer. Sie bezeugen die aufserordentliche Geschiebezufuhr der Nebenflüsse. Die erschwerenden Umstände, die ein einziges Hochwasser in wenigen Tagen der Regulirung zu bereiten imstande ist, müssen sich fort und fort in solchem Umfange geltend machen, dafs neben der Regulirung des Hauptstroms eine Festlegung des Geschiebes in den Zuflüssen und Seitenarmen sich als unvermeidlich erweisen dürfte. Auch der beste Entwurf wird Ereignissen, die mit so elementarer Gewalt und in solcher Mächtigkeit plötzlich hereinbrechen, nicht zu begegnen imstande sein.

Die Beobachtung dessen, was geschieht und was die Natur verlangt, wird übrigens an der Rhone mit seltener Gründlichkeit gepflegt. Alle zwei Jahre findet eine vollständige Verpeilung wichtigerer Stromstrecken in längerer Ausdehnung statt. Bei niedrigem Wasser werden sämtliche Uebergänge wöchentlich einmal, bei höherem Wasser alle

14 Tage auf ihre Höhenlage hin untersucht. Durch eine grofse Reihe von Pegeln — es stehen solche durchschnittlich in jedem Kilometer vier Stück — ist es möglich, das Verhalten des Stromes und etwaige Aenderungen fortlaufend zu überwachen. Eine eigene Fernsprechleitung am Strome entlang erleichtert die Uebersicht über alle Arbeiten und Vorgänge, sodafs die Localbaubeamten stets voll unterrichtet sind. Die Seele des Ganzen, auch bei den einzelnen Bauausführungen, ist aber Girardon selbst, der in bewundernswerther Arbeitskraft und Vielseitigkeit alle Einzelheiten verfolgt und doch die grofsen Gesichtspunkte im Auge behält.

Von dem Verkehr und der Schiffahrt auf der Rhone vermochten wir natürlich bei dem niedrigen Wasserstande, wo sie vollständig ruhten, eine Anschauung nicht zu gewinnen. Da zwischen Eisenbahn und Strom, wie gesagt, keine Verbindung besteht aufser in St. Louis, so beschränkt sich die Schiffahrt im wesentlichen auf die unmittelbare Zufuhr, die in Lyon, Avignon, Beaucaire und besonders von der Eisenindustrie im Thale bei Givors oder einzelnen Fabriken statthat. Dafs in den letzten Jahren wesentliche Neuanlagen von Fabriken am Strome erfolgt seien, war, abgesehen von einer grofsen chemischen Fabrik im Rhonedelta, nicht zu bemerken. Die ganze Schiffahrt liegt in den Händen der „Compagnie générale" zu Lyon, die neben der Personendampfschiffahrt auch den gesamten Güterverkehr vermittelt. Privatschiffahrt wird fast garnicht geübt. Die alten „Grappins", d. h. Schiffe, deren Räder bis auf die Sohle des Flusses hinabreichen, sind nicht mehr im Betrieb. Die neuen Dampfer sind grofse, starke und aufserordentlich schlank gebaute Räderschiffe, bei denen die Länge wohl das achtzehnfache der Breite betragen mag. Besonders anziehend war die Besichtigung eines Schleppdampfers der Tauerei, den uns der Director La Rue auf der Befahrung zu zeigen die Güte hatte. Bei der grofsen Veränderlichkeit der Flufssohle wagt man nämlich nicht, das Tau dauernd auf den Grund zu verlegen, sondern jeder Tauer zwischen Tournon und St. Esprit, wo die Tauerei betrieben wird, hat für seine Strecke ein Drahtseil von etwa 30 km Länge an Bord, das er bei der Thalfahrt in die Fahrrinne verlegt und an dem er sich unmittelbar darauf bei der Bergfahrt wieder hinaufzieht. Dieses Tau mufste, um das Schiff möglichst wenig zu belasten, thunlichst leicht hergestellt werden und besteht im Querschnitt bei 28 mm Gesamtstärke aus einer doppelten Ringlage von viereckigen etwa 4 mm starken Stahldrähten. Um einer Verdrehung des Taues vorzubeugen, ist der innere Ring in anderem Sinne gedreht wie der äufsere. Auf dem Tauer befanden sich besondere Maschinen für die Thal- und für die Bergfahrt, für Verschiebung des Auslegerschlittens, für Steuerung des Anhangs durch Anziehen oder Nachlassen der beiderseitigen Schlepptrossen usw.

Anziehend war auch die Besichtigung der altehrwürdigen Brücke bei St. Esprit, die in den Jahren 1265 bis 1307 von der alten Brückenbrüderschaft erbaut wurde. Mit ihren 23 gewölbten Bögen und 480 m Länge einstmals ein Wunder der Baukunst, ist sie neuerdings auch dem Fuhrwerkverkehr voll zugänglich gemacht, und durch Herausnahme eines Strompfeilers ist der Schiffahrt eine bessere Durchfahrt geschaffen. Ueberhaupt besteht über der Rhone eine auffallend grofse Zahl neuerer Brücken, die meist als einfache Hängebrücken mit grofsen Spannweiten nur dem Fufsgängerverkehr dienen, zum Theil aber auch ältere feste Bogenbrücken, wie bei St. Andéol und Givors, wo durch die weit vorspringenden Unterbauten der eng gestellten Pfeiler der Schiffahrt besonders bei Niedrigwasser gefährliche Schwierigkeiten erwachsen, sowie neuere eiserne Brücken für Eisenbahn und Landstrafsen. Von der alten Brücke St. Bénézet bei Avignon, die ebenso alt ist wie diejenige von St. Esprit, und über deren Erbauung eine Reihe von Sagen besteht, ist nur noch der auf dem linken Vorlande befindliche, allerdings ziemlich beträchtliche Theil mit der Capelle erhalten geblieben. Die Bögen, welche die eigentliche Rhone überspannten, sind eingestürzt und nicht mehr vorhanden.

Es wäre wohl noch mancher Eigenart zu gedenken, aber die Grenzen dieses Berichtes müssen sich beschränken auf den Zweck der Reise und den ertheilten Auftrag. Schwer nur reifst sich der Gedanke los von den vielseitigen Eindrücken der belehrenden Fahrt. Möge es mir nur noch gestattet sein, auch hier mit besonderem Danke das freundliche Entgegenkommen der Collegen, insbesondere die ausgezeichnete Führung des Chefingenieurs Girardon hervorzuheben, der in vollendet liebenswürdiger Form uns den Aufenthalt an der Rhone zu einer unvergefslichen Lebenserinnerung gestaltet hat.

R. Jasmund, Regierungs- und Baurath.

Anhang.

Bericht des Cheflagenieurs der Rhone L. Jacquet über die Verbesserung der Ströme auf beweglicher Sohle mittels Grundschwellen.

Lyon, den 22. September 1880.

Bei dem Auftrage, den ich im Laufe des vorigen Jahres mit dem Generalinspector Gros in Ungarn auszuführen hatte, traf ich mit dem preufsischen Elbstrombaudirector, jetzigen Geheimen Oberbaurath Kozlowski zusammen. Naturgemäfs haben wir uns vielfach über die Vorgänge auf der Elbe und auf der Rhone unterhalten. Neben manchen anderweiten nützlichen und bemerkenswerthen Fragen hat sich dabei unsere Aufmerksamkeit besonders einer in Frankreich wenig bekannten Bauweise zugewandt, die am Rhein, an der Elbe und an den anderen Strömen Deutschlands zu den besten Erfolgen geführt hat. Ich meine die bei uns als „épis noyés" bezeichneten Werke, die der Deutsche zutreffender „Grundschwellen" nennt.

Obwohl die deutschen Ströme im Bereiche ihrer Schiffbarkeit nur ein im Vergleich zur Rhone schwaches Gefälle besitzen, haben die deutschen Baumeister sich stets die Aufgabe gestellt, das Gefälle zu vertheilen und möglichst gleichförmig auszubilden. Sie vermeiden ebenso wie wir in der Fahrrinne die Bildung allzutiefer Kolke, welche durch Aufhebung des Gefälles in mehr oder minder beträchtlicher Ausdehnung auf die Bildung oder Verschärfung der Stromschnellen stromauf hinwirken. Sie drücken den störenden Einflufs dieser Kolke mit den Worten aus: „die Tiefen consumiren die Gefälle".

Die deutschen Baumeister suchen also wie wir die übermäfsigen Tiefen zu verringern, aber sie gehen dabei anders vor, als wir es bis heute gethan haben. Während wir die Kolke durch niedrige Längsdeiche abschliefsen und die Fahrrinne vom Hochufer abdrängen, verwenden sie Grundschwellen in der Absicht, die Verlandung und Aufhöhung der Stromsohle ohne Verlegung des Niedrigwasserbettes zu erreichen.

Die nachstehenden Text-Abb. a und b geben eine Vorstellung von der Bauweise, wie ich sie den Ausführungen des Herrn Kozlowski entnommen hatte. Während wir in der einspringenden und sehr tiefen Bucht das niedrige Längswerk *mmm* ausgeführt haben würden, hätten die Deutschen eine Reihe von Grundschwellen *ab*, *cd*, *ef* hergestellt, die vom Ufer aus je nach Umständen unter einem Winkel von 60 bis 80 Grad quer zum Strom gerichtet sind. Die Kronenhöhe der Schwelle senkt sich vom Ufer aus auf eine gewisse Länge AB mit einem Gefälle von 10 bis 15 cm auf 1 m, danach vom Punkte B ab mit einem schwächeren Gefälle bis zum Schnittpunkt C mit dem gegenüberliegenden Ufer. Die Linien AB und BC werden bestimmt unter Berücksichtigung der herzustellenden Fahrtiefe, der Länge des zu durchbauenden Kolkes usw.

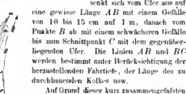


Abb. a.

Abb. b.

Auf Grund dieser kurz zusammengefaſsten Angaben hatte ich versuchsweise für die Rhone zwei Entwürfe bearbeiten lassen, die nach Genehmigung des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 31. März und 3. April 1880 gegenwärtig in der Ausführung begriffen sind.

Die Bereisung der deutschen Ströme, die ich mit dem Ingenieur **Petit** dem ertheilten Auftrage des Herrn Ministers vom 24. Mai d. J. zufolge ausgeführt habe, hat uns Gelegenheit geboten, die Bauweise der Grundschwellen vollständiger zu studiren und die Vorzüge derselben für die Verbesserung der Rhone zu erfassen. Wir glauben von diesem Theil unseres Auftrages mit Rücksicht auf die Wichtigkeit, die den Grundschwellen sowohl ihres Erfolges als ihrer verschiedenartigen Beurtheilung wegen beigelegt werden muſs, einen eingehenden Sonderbericht erstatten zu sollen. Wir theilen unsern Bericht in die Erläuterung der deutschen Bauweise der Grundschwellen und in die Vorschläge für Anwendung derselben bei Verbesserung der Rhone.

I. Verwendung der Grundschwellen an den Strömen Deutschlands.

Im allgemeinen werden diejenigen Werke als Grundschwellen bezeichnet, die unter der Normalsohle des Flusses zur Befestigung und Sicherung des Strombettes oder zur Aufhöhung zu tiefer Kolke hergestellt werden. Die Grundschwellen werden fast in derselben Weise und aus denselben Baustoffen gefertigt, wie die über Wasser tretenden Buhnen. Sie bestehen aus Steinen, wo bei den Strombauwerken Steine verwandt werden, und aus Faschinen, wo die Verwendung der Steine, wie dies sehr häufig in Deutschland der Fall ist, zu kostspielig sein würde.

Das älteste Beispiel für Verwendung der Grundschwellen hat uns der Geheime Baurath Hagen angegeben. Es ist an der Ruhr, einem kleinen Flusse, der sich bei Ruhrort in den Rhein ergieſst, und dem der westfälische Kohlenverkehr vor dem Bau der Eisenbahnen eine auſserordentliche Bedeutung verlieh. Die Ruhr ist auf 75 km Länge mittels 11 Schleusen canalisirt derart, daſs die einzelnen Haltungen ein gewisses Gefälle behalten haben. Vor etwa 30 Jahren hatte eine von diesen Haltungen sich vertieft, und das Gefälle bei Niedrigwasser sich so weit verringert, daſs der Unterdrempel der oberen Schleuse zu Tage trat; die Schiffahrt war demzufolge unterbrochen. Die Baumeister stellten das Gefälle wieder her, indem sie in dieser Haltung eine Reihe von unter Wasser liegenden Querdämmen erbauten, die auch vor Aufhöhung der Sohle das Gesamtgefälle derart vertheilten, daſs bei Niedrigwasser wieder die erforderliche Fahrtiefe geschaffen war. Die Gröſse des zurückgewonnenen Gefälles schätzte Herr Hagen, da ihm die Entwurfspläne nicht vorlagen, auf 0,70 m. Dieses Beispiel der Ruhr ist um so bemerkenswerther, weil es sehr alt ist und das erreichte Ergebniſs genau dem Ziele entspricht, das wir auf der Rhone im Auge haben, abgesehen von den übrigen Vortheilen, die mit dieser Bauweise verbunden sind.

Verwendung der Grundschwellen auf der Elbe. In ausgedehntem Maſse sind die Grundschwellen bei Verbesserung der Elbe zur Anwendung gelangt, und man kann sagen, daſs die deutschen Baumeister hier durch die natürliche Entwicklung des gewählten Ausbaues auf sie geführt worden sind. Ebenso wie wir an der Rhone, haben sie die Verbesserung der Fahrrinne mittels Einschränkung angestrebt, indem sie im natürlichen Strombett ein kleineres Bett geschaffen haben, dessen Breite unter Berücksichtigung der Widerstandsfähigkeit der Sohle je nach dem Gefälle und der Wassermenge des Stromes bemessen wurde. Aber anstatt dieses schmalere Bett mit Längsdämmen abzugrenzen, haben sie es geschaffen durch die Herstellung staffelförmiger Buhnen, die quer zum Strom mit einer leichten Neigung stromauf von beiden Ufern aus in den Strom vortreten und auf der für das ideelle oder zukünftige Ufer das engeren Strombettes angenommenen Streichlinie endigen.

Wie zu erwarten war, hatten die Köpfe dieser Buhnen allgemein unter dem Stromangriff zu leiden; es bildeten sich vor ihnen Auskolkungen, die den Bestand der Buhnen gefährdeten und die Regelmäſsigkeit der Fahrrinne beeinträchtigten. Die Baumeister wurden also dazu geführt, ihre Buhnen unter Wasser in das eigentliche Strombett selbst weiter vorzuschieben, um ihren Bestand zu sichern und die Unregelmäſsigkeiten in der Sohle zu beheben. Eine Buhne, wie sie an der Elbe heute besteht, ist ein aus mehreren Theilen zusammengesetztes Bauwerk, von dem die nebenstehende Text-Abb. c eine Vorstellung giebt. $ABKMPON$

Abb. c.

ist der natürliche Stromquerschnitt vor Ausführung der Arbeiten, CDE ist die Buhne, die das natürliche Strombett einschränkt, MGF ist die Auskolkung vor dem Buhnenkopf, EF ist die Krone der Grundschwelle, die den Kolk durchsetzt und den Buhnenkopf schützt. Im allgemeinen liegt die Krone der Buhne CD an ihrer Wurzel bei C 2,60 m über Niedrigwasser und am Buhnenkopf 1,90 m über N. W. Die Grundschwelle beginnt bei E ungefähr 1,50 m unter N. W., und die Krone EF hat eine Neigung von 1 : 25 bis 1 : 12.

Derartige Grundschwellen haben den Erwartungen der Baumeister vollständig entsprochen. Sie haben durch Beförderung der Anschwemmung entschieden auf eine Ausfüllung der Kolke und eine Verlandung der Buhnenzwischenfelder hingewirkt. Sie haben dadurch die vollständige und gewissermaſsen endgültige Sicherung der Buhnen zuwege gebracht. Aber dies ist nicht der einzige Vortheil. Vom Standpunkt der Schiffahrt aus betrachtet haben die Grundschwellen die noch viel wichtigere Folge nach sich gezogen, daſs sie die

Hauptströmung vom Kopf der Buhne abdrängten und weit in den Strom hinein auf eine Stelle verlegten, wo sie zur Erhaltung der gröfsten Tiefen beitrug. Die mit dem Stromstrich zu Thal fahrende gewöhnliche Schiffahrt und die Flöfse, die Segelschiffe und Schleppzüge wurden fortan nicht mehr auf den Kopf der Buhnen gedrängt, sondern verblieben in der Mitte des engeren Strombettes oder wenigstens in einer hinreichenden Entfernung vom Ufer. Die Grundschwellen haben also den einen Nachtheil, den man der Einschränkung durch Buhnen mit Recht zum Vorwurf machte, dafs für die Schiffahrt gefährliche Klippen geschaffen wurden, beseitigt. Diese Besserung ist so entscheidender Natur, dafs selbst aufserordentlich starke Krümmungen, deren Begradigung man früher forderte, heute thatsächlich keine Gefahr mehr bieten und ihre Erhaltung endgültig in Aussicht genommen werden konnte.

Die vorbeschriebenen Grundschwellen sind im allgemeinen ziemlich kurz. Falls indessen sich beträchtlichere Auskolkungen bilden oder befürchtet werden können, haben die Grundschwellen nicht allein den Schutz der Buhne, sondern auch die regelmäfsige Ausbildung der Sohle und des Gefälles im Auge. So hat die Regulirung der Elbe in grofser Ausdehnung auf gleichmäfsige Tiefen hingewirkt. Einstmals bot der Flufs, wie die Rhone, eine Reihe von mehr oder minder tiefen Strecken, die durch Stromschnellen getrennt waren. Die Stromgeschwindigkeit ist allerdings in diesen tiefen Stromstrecken vermehrt worden, aber die Vortheile eines regelmäfsigen Fahrwassers in ganzer Ausdehnung der Fahrstrafse und alle damit verbundenen Vorzüge lassen diese Unbequemlichkeit nicht bemerkbar werden.

Während die Grundschwellen also denselben Dienst leisten wie endgültige Bauwerke, sind sie nicht minder nützlich für die Vorbereitung und billigere Ausführung anderer Werke. Bei Verwendung von Buhnen vollzieht sich die Regulirung des Stromes nicht unmittelbar mit einem Mal, wie dies nothwendigerweise bei Erbauung von Längswerken geschehen mufs. Die Herstellung der Buhnen findet statt unter peinlichen Vorsichtsmafsregeln, wobei dem Baumeister eine grofse Freiheit in der Wahl der Mittel und durch Ausführung im Selbstbetriebe auch die Möglichkeit hierzu eingeräumt ist. Wenn also die Bauausführung eine beträchtliche Umgestaltung des Strombettes, besonders in einbuchtenden Strecken, herbeiführen will, beginnt man mit Ausführung der Buhnen auf nur kurze Längen bis zu einer einstweilig angenommenen Streichlinie. Dann beobachtet man eine Zeit lang den Erfolg. Greift die Strömung die Sohle vor den Köpfen an, so verlängert man die Buhnen, wie wir oben gesehen haben, mit Grundschwellen, die später den Unterbau des folgenden Theiles der Buhnen zu bilden bestimmt sind, einstweilen aber die Ausspülung der Sohle hindern und die Anlandungen festlegen. Dieses allmähliche Vorgehen, dieser fortschreitende Ausbau der Buhnen gelangt nicht nur in Richtung der Strombreite, sondern auch hinsichtlich ihrer Höhe zur Anwendung. Hat man eine bestimmte Höhe erreicht, beginnt man mit Grundschwellen, die später nach und nach, je nachdem der erwartete Erfolg sich einstellt, weiter erhöht werden. Man erreicht auf diese Weise beträchtliche Verlandungen, und Buhnen, die man sonst in grofsen Tiefen nur mit grofsen Kosten hätte herstellen können, lassen sich nach und nach auf angesammelten Anlandungen ohne Schwierigkeiten und mit geringen Kosten zu Ende führen.

Am ausspringenden Ufer stellte der Erfolg sich aufserordentlich rasch ein. In einspringenden Uferstrecken lieferten die Buhnen weniger befriedigende Ergebnisse. Die Ausspülung am Kopfe der Buhnen, die regelmäfsig eintrat, konnte nur durch die vorbeschriebenen Vorsichtsmafsregeln und durch allmähliches Vorgehen bekämpft werden. In diesem Umstande liegt, wie ich glaube, die Ursache, weshalb die deutschen Baumeister dazu gelangt sind, den Grundschwellenbau aufzunehmen und in so bemerkenswerther Weise zu verallgemeinern; denn die übrigen Vorzüge dieser Bauweise konnten erst nach Ausführung derselben durch die Erfahrung sich ergeben. In der That bieten die beiden Ufer der Elbe in der ganzen Ausdehnung, in der sie den preufsischen Baumeistern unterstehen und in der Grundschwellen angewandt sind, zur Zeit eine sehr beachtenswerthe Regulirung, die sich jeden Tag vervollkommnet, bis die Lücken zwischen den Buhnen sich durch Verlandung schliefsen und man ein neues regelmäfsiges Ufer haben wird, gleich demjenigen, das wir durch Längsdämme erreichen.

Verwendung der Grundschwellen an der Oder. An der Oder sind die Arbeiten nicht so weit vorgeschritten wie an der Elbe, und Beispiele von der Verwendung der Grundschwellen trifft man nicht so allgemein an. Aber die Verwendung ist dieselbe, ausgenommen dafs der Uebergang von der höher gelegenen Buhne zur niedrigeren Grundschwelle durch ein Zwischenwerk gebildet wird, das von den Baumeistern mit „Stromschwelle" bezeichnet und in Niedrigwasserhöhe abgeglichen wird. Ein vollständiges Strombauwerk an der Oder wird ein sehr zusammengesetztes Ganzes bilden, von dem ich den Querschnitt (Text-Abb. d) hier beifüge.

Abb. d.

Die Buhne AB und die Grundschwelle EF, die an der Elbe allein vorkommen, sind hier getrennt durch die Stromschwelle, die den Uebergang bildet. Die Bauart und die Vorsichtsmafsregeln bei allmählicher Ausführung derselben sind die gleichen wie an der Elbe. Der Erfolg der Arbeiten ist ebenfalls an allen Punkten, wo diese Bauweise angewandt worden ist, ein vollkommener.

Verwendung der Grundschwellen am Rhein. Am Rhein finden sich Beispiele aller Bauweisen, die auf Einschränkung des natürlichen Strombettes und auf Herstellung des engeren Strombettes abzielen. Am meisten sind allerdings Buhnen zur Anwendung gelangt, aber man bemerkt auch Längsdämme und vielseitige Verbindung von Längswerken mit Buhnen. Die Grundschwellen sind ebenso wie an der Elbe zur Vertheidigung und zum Schutze der Buhnenköpfe oder der Längsdeiche gegen Unterspülung verwandt. In dieser Hinsicht findet sich demjenigen, was weiter oben für die Elbe erwähnt ist, nichts hinzuzufügen.

Eine Besonderheit am Rhein ist indessen die Verwendung der Grundschwellen zur Erzielung einer regelmäfsigen Querschnittsform. Die deutschen Baumeister haben in dieser Hinsicht eine fast ängstliche Vervollkommnung angestrebt und untersucht, wie im Querschnitt eines Stromes sich eine künstliche Fahrrinne mit gleichförmiger Tiefe ähnlich der eines Canals dürfte durchführen lassen. Für diese Untersuchungen kamen natürlich keine Stromengen wie diejenige der Loreley in Frage, wo bereits beträchtliche Tiefen vorhanden waren, wie an der Rhone in den Deichengen von Pierre Châtel oder von St. Alban und an der Donau in den Stromengen des Kasan. An diesen Stellen kommt die Herstellung

eines engeren Strombettes nicht in Betracht. Aufser Uferausbauten, Häfen und Leinpfaden hat der Mensch dort für die Schiffahrt nichts zu thun. Es handelt sich vielmehr nur um die Vervollkommnung eines durch Einschränkung in einem zu breiten natürlichen Strombett künstlich geschaffenen engeren Strombettes, um in ihm ein thunlichst regelmäfsiges und für die Schiffahrt ausreichendes Fahrwasser zu erzielen. Die Breite des engeren Strombettes im Rhein zwischen St. Goar und Köln ist 350 m. In einem so breiten Strombett tritt häufig der Fall ein, dafs zufolge mangelhafter Führung des Stromes oder zufolge ungünstiger Richtung der Hochufer der Querschnitt unregelmäfsig ist und neben übergrofsen Tiefen hochliegende Bänke auftauchen. Der Schiffahrt sind diese Bänke beschwerlich, weil sie gezwungen ist, bei Wahl ihres Fahrweges die hochliegenden Gründe, die oft mitten im Fahrwasser liegen, zu umgehen, und weil sie dabei starken Querströmungen je nach Lage der grofsen Tiefen begegnet. Es erwächst hierdurch der Schiffahrt eine ernste Unbequemlichkeit, besonders wenn mehrere Fahrzeuge gleichzeitig an demselben Punkte sich begegnen.

Die gleichförmige Ausbildung der Fahrrinne wird nun verwirklicht durch Anwendung der Grundschwellen, mittels deren die Baumeister die grofsen Tiefen durchbauen und in einer etwa 0,5 bis 1,0 m unter Normalsohle liegenden Höhe abgleichen, wie dies nebenstehende, von Herrn Schmid in Coblenz herrührende Text-Abb. e ergiebt. In einem Quer-

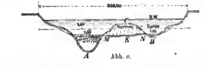


Abb. e.

schnitt, der eine tiefe Rinne A oder auch eine geringere Senkung B neben einem hochliegenden Grunde C darstellt, würde man Grundschwellen einbauen, die diese Rinnen bis zu 1,0 m unter Normalsohle, d. h. bis 3,50 m unter N.W. abschliefsen. Diese Grundschwellen haben im allgemeinen eine Abspülung der höher liegenden Theile der Sohle und demgemäfs ein Abtreiben des hochliegenden Grundes C, möglicherweise bis zur Linie MKN, zur Folge. Diese Wirkung tritt nicht allein in dem Querschnitt ein, in dem die Grundschwellen liegen, sondern in ganzer Länge des Ueberganges, wenn mehrere Werke in einer zur Verbauung der Gräben A und B in ganzer Länge hinreichend nahe liegenden Folge angeordnet werden. Sind diese Werke einmal gut ausgeführt und mit Erfolg in Wirksamkeit getreten, so erscheinen sie nicht wieder und können nicht wiedergefunden werden. In dieser Weise ist den uns gemachten Angaben zufolge der Uebergang bei Braubach, 10 km oberhalb Coblenz, durch 16 Grundschwellen, deren Entfernung ungefähr 125 m beträgt, und die Fahrstrafse bei Zoll-Engers, 8 km unterhalb Coblenz, wo eine etwa 1 km lange Rinne nahe am rechten Ufer vorhanden war, vor 15 Jahren durch vier Grundschwellen in 250 m Abstand ausgebaut worden.

Die Wirkung der Schwellen wurde unterstützt durch Abbaggerung des hoch liegenden Grundes, der sich seitlich am übermäfsig tiefen Thalweg entlang zog. Heute zeigt der Längenschnitt in Richtung der alten Rinne, dafs die Ausfüllung zwischen den Grundschwellen fast vollendet ist. Die Schwellen sind verschwunden. Auf ihnen tritt bei der Fahrt eine kaum bemerkbare Wellenbewegung, in den Zwischenräumen eine nur schwache Senkung des Wasserspiegels in die Erscheinung.

Verwendung der Grundschwellen an der Mosel. Wir haben die Mosel zwar nicht besichtigt, aber in Erfahrung gebracht, dafs dort die Grundschwellen ähnlich wie am Rhein verwandt worden sind, theils zur Vertheilung des Gefälles, wie wir es an der Rhone versuchen, theils zum Schutz der Strombauwerke und zur Regulirung der Querschnittsform des engeren Strombettes. Der Regierungs- und Baurath Schmid in Coblenz hat uns über diese Arbeiten einige Einzelheiten mitgetheilt. Wir haben uns die Thatsache aufgezeichnet, dafs die Mosel auf eine Strecke von 105 km zwischen Trarbach und Coblenz ausgebaut und in regelmäfsiger Form schiffbar gemacht worden ist. Das mittlere kilometrische Gefälle dieser Strecke ist 0,33 m, die kleinste Fahrtiefe bei Niedrigwasser ist 0,60 m, während die kleinste Wassermenge 40 cbm in der Secunde nicht erreicht. Diese Verbesserung ist möglich geworden durch Verwendung von Grundschwellen, welche die tiefen Stromstrecken und demnach die Stromschnellen haben verschwinden lassen und die eine regelmäfsige Vertheilung des Gefälles herbeigeführt haben.

Auf den ersten Blick erscheint dieses Ergebnifs von geringer Bedeutung. Man möchte eine Wassertiefe von 0,60 m wohl unzureichend finden. Die Deutschen waren nicht der Meinung. Die allerniedrigsten Wasserstände sind selten und von kurzer Dauer. Für gewöhnlich ist die Mosel sehr wohl schiffbar. Die Baumeister ziehen es vor, den Strom lieber frei fliefsen zu lassen, als die Fahrtiefe durch Stauanlagen zu vergröfsern. In der That sind sie dazu gelangt, auf der Mosel eine Schiffahrt zu sehen, die wenigstens an der Mündung bei Coblenz sehr blühend zu sein scheint.

Die Weser und die Weichsel. An der Weichsel ist die Regulirung noch im ersten Anfange ihrer Entwicklung, und wir haben nicht gesehen, dafs man bereits dazu gelangt ist, die Werke über die Streichlinien hinaus bis in das engere Strombett mittels Grundschwellen vorzuschieben. Die bis jetzt ausgeführten derartigen Werke sind vielmehr wirkliche Grunddeckungen, die den Zweck haben, die Sohle auf der Baustelle oder an den Buhnenköpfen gegen befürchtete Ausspülungen festzulegen. Es ist aber ersichtlich, dafs diese Grunddeckungen als der Ausgangspunkt der Grundschwellen betrachtet werden müssen. Uebrigens ist die Theorie und Bauweise der Baumeister an der Weichsel in dieser Hinsicht genau dieselbe wie diejenige der Baumeister an den anderen Strömen.

Die Weser haben wir nicht gesehen. Was man uns von ihr gesagt hat, ist hinsichtlich der Verwendung von Grundschwellen sehr bemerkenswerth. Aber anscheinend unterscheiden die Arbeiten sich nicht wesentlich von denjenigen der Elbe, Oder, Weichsel und des Rheins. Mit Bedauern haben wir der freundlichen Einladung der Bauleitung der Weser nicht entsprechen können, um die Dauer unseres Auftrages nicht allzusehr auszudehnen.

Schlufsbetrachtung. Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, dafs die deutschen Baumeister sich nicht, wie wir es an der Rhone gethan haben, auf eine Regulirung der Ufer ihrer Ströme beschränken, sondern dafs sie auf die regelmäfsige Gestaltung der Sohle ein nicht geringeres Gewicht legen. Die Erfahrung, dafs bisweilen in der Fahrrinne selbst Unordnung sich geltend macht, und die Ausspülung, die immer vor den Einschränkungswerken hervorgerufen wurde, mufste naturgemäfs und unvermeidlich zu der Folgerung führen, dafs die Unterhaltung der Ufer und Herstellung eines engeren Strombettes nicht genügte, sondern dafs es galt, auch die unveränderliche Lage

der Stromsohle sicherzustellen. Die deutschen Baumeister haben also den Gedanken verwirklicht, dafs sie die Sohle ebenso behandeln wie das Ufer, in gleichartigem Vorgehen oder wenigstens durch Werke, deren Aehnlichkeit unbestreitbar ist. Mit einer Reihe von Buhnen legen sie die Grenzen des engeren Strombettes fest, mit einer Reihe von Querbauten oder Grundschwellen ziehen sie die Grenzen, über die hinaus die Sohle sich nicht vertiefen soll. In gleicher Weise wie die neuen Ufer des engeren Strombettes sich ausbilden und durch die vom Strom zugeführten Anschwemmungen sich regelmäfsig gestalten, ebenso wird die Sohle erhöht und geebnet durch die Niederschläge der Strömung zwischen den aufeinander folgenden Grundschwellen. Den gleichen Ursachen entspricht in beiden Fällen der gleiche Erfolg. Es hat nur einer bald erreichten Erfahrung bedurft, um diejenige Entfernung der Werke von einander zu bestimmen, die zur Sicherung der Aalandung bei Ausbildung des Ufers oder der regelmäfsigen Sohle geboten war.

Durch die Verwendung der Grundschwellen erreichte man bereits in beträchtlicher Ausdehnung — und man beabsichtigt es überall — eine vollkommene Regulirung, deren Hauptvorzüge folgendermafsen zusammengefafst werden können:

1. Eine nahezu gleichmäfsige Vertheilung des Gefälles; infolge dessen eine Beseitigung der Stromschnellen, in denen sich eine der allgemeinen Natur des Flusses entsprechende Fahrtiefe ausbildet.

2. Der Schutz der Regulirungswerke und aller durch Uferströmungen bedrohten Bauten.

3. Die Verlegung der Linie der gröfsten Tiefe und der gröfsten Geschwindigkeit auf eine gewisse Entfernung vor den Uferbauten und demzufolge die Beseitigung der Gefahr, die von den Buhnen oder selbst von Längswerken für die Thalschiffahrt oder für jedes zu Thal treibende Fahrzeug und Flofs ausgeht.

4. Die regelmäfsige Vertheilung der Tiefen und Geschwindigkeiten in demselben Querschnitt.

5. Endlich die gleichmäfsige Ausbildung der Fahrwassertiefe in ganzer Ausdehnung gleichartiger Stromstrecken, bisweilen sogar wie auf der Elbe in ganzer Länge des Stromes, sodafs die Schiffahrt überall fast dieselbe Fahrtiefe vorfindet.

II. Anwendung der Grundschwellen zur Verbesserung der Rhone.

Die in bestimmter Wassertiefe abgeglichenen und demnach immer unter Wasser liegenden Werke sind nicht ganz unbekannt an der Rhone. So giebt es zahlreiche Beispiele in den Oeffnungen der Längsdämme, wo wir für Erhaltung des Leinpfades sorgen mufsten, und in den Abzweigungen wichtiger Nebenarme, die erhalten bleiben sollten, wie z. B. der Arm von Villeneuve bei Avignon und der Arm von Tarascon. Aber bis in die neueste Zeit sind Unterwasserwerke noch nicht verwandt im Hauptstrom in der Absicht, auf Regulirung der Sohle hinzuwirken, und eine unserer wichtigsten Aufgaben in Deutschland war gerade das Studium dieser besonderen Bauwerke, in denen wir noch keine Erfahrung besitzen.

Im Bericht vom 1. Juli 1878 über die Verbesserung der Rhone zwischen Lyon und dem Meere habe ich die Bauweise erläutert, die früher bei Ausführung der Strombauwerke an der Rhone befolgt worden war, und ausgeführt, wie ich bei den durch das Gesetz vom 13. Mai 1878 gebotenen Arbeiten davon Gebrauch zu machen gedachte. Ich hatte ausdrücklich darauf hingewiesen, dafs man sich an mehreren Stellen merkbar verrechnet hätte, und die ernste Gefahr betont, die mit einer Senkung des Wasserstandes verbunden war, da diese bei eng begrenzter Regulirung nothwendige Folgeerscheinung die Schwierigkeiten nur verlegen, nicht aber zu beseitigen vermöge. Ich will die allgemeinen Erörterungen hier nicht wiederholen. Diese Ausführungen haben nur den Zweck, die Verwendbarkeit der Grundschwellen darzuthun, und ich beschränke mich darauf, die einzelnen Schwierigkeiten, die sich mittels dieser Bauweise abschwächen oder vielmehr beheben lassen, einer kurzen Einzelbetrachtung zu unterziehen.

Bekanntlich ist das Gefälle der Rhone weit davon entfernt, gleichmäfsig vertheilt zu sein, selbst in sehr kurzer Ausdehnung. Das kilometrische Gefälle, das oft als eine der wichtigsten Unterlagen für die Wirkung der verschiedenen Stromquerschnitte angegeben wird, ist eine ideelle Linie, von welcher das wirkliche Gefälle in den verschiedenen Höhen bisweilen sehr beträchtlich nach oben oder nach unten hin abweicht. In einigen tiefen Kolken ist das Gefälle aufserordentlich schwach, vereinzelt findet man unterhalb starker Stromschnellen auf kurze Längen sogar ein Gegengefälle im Wasserspiegel, während in den Stromschnellen selbst das Gefälle beträchtlich ist und 0,005 m auf 1 m erreicht. Die Niedrigwasserlinie setzt sich abwechselnd aus schwachen und starken Gefällstrecken, entsprechend den tiefen und flachen Stromstrecken, zusammen. Unsere Lagepläne und Längenschnitte lassen klar erkennen, dafs der Strom eine Reihe von Kolken, d. h. mehr oder minder tiefen Rinnen bildet, die durch hochliegende Gründe mit einer für die Schiffahrt bisweilen unzureichenden Fahrtiefe von einander getrennt sind. Sie geben vollständige Gewifsheit, dafs ebenso, wie man dies an allen Flüssen mit beweglicher Sohle bemerkt, in dem Wechsel der Tiefe eine Art von gesetzmäfsiger Schwankung besteht, und sie zeigen uns, dafs die grofsen Tiefen sich allgemein am einbuchtenden Ufer bilden, während die hochliegenden Gründe (Schwellen) sich an den Wendepunkten finden, wo der Strom von einem zum andern Ufer übergeht. Das Gefälle ist schwach in den tiefen Kolken und wird mehr oder weniger stark auf den Untiefen. Bei starker Wasserführung treten die Ungleichheiten der Sohle weniger hervor, und die Schwankungen des Oberflächengefälles weniger in die Erscheinung. Aber bei Niedrigwasser bildet der Abflufs einer geringen Wassermenge in den tiefen Kolken ein sehr wenig bemerkbares Gefälle, während auf einigen Schwellen ein wirklicher Wassersturz vorhanden ist, mittels dessen eine Rinne sich quer in die nächstfolgende ergiefst. Diese Beobachtungen sind von allen Wasserbaumeistern über die Form des Niedrigwasserbettes und über die Beziehung zwischen Niedrigwassergefälle und Wassertiefe gemacht worden und in den Annales des ponts et chaussées wiederholt hervorgehoben. Man kann diese oft beobachtete Thatsache als einen Hauptgrundsatz der Flufsbaukunde bezeichnen.

Die vorstehenden Entwicklungen lassen die Hauptschwierigkeiten der Rhoneregulirung erkennen. Es erscheint von vornherein als handgreiflich und ist auf einer grofsen Zahl von Uebergängen durch die Erfahrung bestätigt, dafs dieser Strom bei seiner grofsen Niedrigwassermenge derart nutzbar gemacht werden kann, dafs er jederzeit eine für die Schiffahrt ausreichende Fahrtiefe bietet. Wir finden schon jetzt ziemlich beträchtliche Theile, wo der Zustand bei Niedrigwasser ausgezeichnet ist, obwohl das Gefälle daselbst über das mittlere Gefälle hinausgeht. Die Schwierigkeit liegt in dem Umstande, dafs das allgemeine Gefälle

nicht regelmäſsig genug vertheilt ist, daſs beträchtliche Stromlängen tiefe Kolke bilden, wo das Gefälle bei Niedrigwasser fast Null ist, und daſs demzufolge sich Stromschnellen finden, wo das Gefälle sehr stark, ja an bestimmten Punkten mit der Bildung einer regelmäſsigen Fahrrinne von ausreichender Tiefe durchaus unvereinbar ist. In diesen starken Stromschnellen, die wahre Wehrüberfälle der oberen Woogstrecke darstellen, kann eine Verbesserung nur durch Verringerung des Gefälles herbeigeführt werden, aber eben diese Verringerung des Gefälles hat möglicherweise eine Verschlechterung der oberhalb gelegenen Uebergänge zur Folge. Aehnlich liegt wenigstens die Sache auf allen Punkten, wo man eine Vertiefung des Bettes erreicht hat, sodaſs man fast überall sagen kann, daſs die Verbesserung der Schiffahrtsrinne von einer mehr oder minder groſsen örtlich begrenzten Senkung des Niedrigwasserstandes begleitet gewesen ist.

Wir müssen demnach bestrebt sein, das unregelmäſsige Strombett der Rhone gleichmäſsiger zu gestalten, derart, daſs im Gefälle unbedeutendere Schwankungen auftreten. Um dies zu erreichen, haben wir bei allen vorgelegten Entwürfen zur Herstellung des Schiffahrtsweges bisher die folgenden Bedingungen zu verwirklichen gesucht:

1. Erhaltung des vorhandenen Gefälles an allen Punkten, wo es nur wenig vom Durchschnittsgefälle abweicht.

2. An denjenigen Stellen, wo der Absturz der Stromschnellen mit den Anforderungen einer Schiffahrtstraſse unvereinbar war, die möglichst geringe Abschwächung des Gefälles und die Einschränkung der Spiegelsenkung im Oberwasser auf das kleinste Maſs.

3. Ausgleich der an gewissen Punkten unvermeidlichen Spiegelsenkungen durch Wiederherstellung des Gefälles, so weit es möglich ist.

Mit Rücksicht auf diese letzte Bedingung hatten wir die Verwendung der Grundschwellen zuerst vorgeschlagen und die beiden Entwürfe aufgestellt, die unterm 31. März und 3. April 1880 vom Herrn Minister genehmigt wurden und gegenwärtig in Ausführung sind. Die Rücksicht auf diesen besonderen Zweck giebt uns auch Anlaſs, in eine allgemeine Darlegung unserer Ansicht über die Verwendbarkeit der Grundschwellen an der Rhone einzutreten.

Erhöhung des Niedrigwasserspiegels in tiefen Kolken durch Erbauung von Grundschwellen. Wir haben im vorhergehenden die Nothwendigkeit nachgewiesen, in gewissen Stromtheilen das Gefälle zu vergröſsern in der Absicht, einen Ausgleich zu schaffen für die aus einer Verbesserung der Stromschnellen nothwendig hervorgehenden Spiegelsenkungen. Wir beziehen uns auf unsern Bericht vom 1. Juli 1878, in dem wir die Grundzüge einer besonderen Bauweise erläuterten, die in damals neuer Art zur Behebung der tiefen Kolke und der dadurch geschaffenen wahren Seebildungen und Gefällverluste dienen sollte. Ich wiederhole diese Ausführung wörtlich:

„Es ist eine vollständig allgemeine Thatsache, daſs in einbuchtenden Krümmungen bei hinreichend festem Ufer sich sehr tiefe Kolke ausbilden, die bei Niedrigwasser kein Gefälle zeigen. Die Erklärung dieser in Lehrbüchern oft erwähnten Erscheinung ist einfach, und ich werde sie kurz wiederholen.

Betrachten wir den Stromfaden, der mit dem einbuchtenden Ufer in unmittelbarer Berührung steht, so trifft dieser Faden in seiner Bewegung die feste Oberfläche des Ufers unter einem gewissen Winkel und wird aus seiner Richtung abgelenkt. Die benachbarten Fäden, die den ersteren treffen, erfahren eine ähnliche Wirkung. Welches nun immer die Molecularwirkung bei Berührung und Durchdringung der Stromfäden im einzelnen sein mag, Thatsache ist, daſs die ganze Masse von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt wird und dabei auf das Ufer mit einer um so gröſseren Kraft wirkt, je stärker die Krümmung und je beträchtlicher die abgelenkte Wassermasse ist. Wenn das Ufer keine ausreichende Widerstandsfähigkeit besitzt, weicht es zurück und wird abgebrochen. Ist das Ufer fest, so wirkt die Stromkraft auf die bewegliche Sohle und veranlaſst die Ausspülung des Bettes, die Bildung eines Kolkes.

Abb. f.

Wenn wir in dieser Voraussetzung die einbuchtende Krümmung eines Ufers $QPAMN$ (Text-Abb. f) betrachten, das widersteht und sich 4 bis 5 m über N.W. erhebt, so sind wir sicher — und alle Beispiele bestätigen es —, daſs wir am Fuſs dieses Ufers einen tiefen Kolk finden. Der Querschnitt der Sohle in der Richtung von ABC wird eine solche Linie sein, wie sie im Querschnitt (Text-Abb. g) mit $AJKHOC$ abgebildet ist.

Abb. g.

Bei jedem Wasserstande, selbst bei Niedrigwasser, wird die Ablenkung der Stromfäden an dem gekrümmten Ufer eine Spülkraft erzeugen, die fortschreitend wächst in dem Maſse, wie der Wasserstand steigt. In dem Augenblick, wo der Wasserstand die Höhe VA des bordvollen Wassers erreicht, wird die Beschleunigung der Spülkraft, wenn man sich so ausdrücken darf, seinen Höchstwerth annehmen, und das Anwachsen dieser Wirkung wird sich verringern, wenn die Ausuferung beginnt. Es ist klar, daſs die auf die bewegliche Sohle ausgeübte Spülkraft um so beträchtlicher ist, je gröſser die Höhe AJ des festen Ufers über Niedrigwasser ist. Wenn das Vorland statt in AD in der Höhe ad läge, ist es klar, daſs die Spülkraft geringer wäre, die Tiefe des Kolkes sich ermäſsigen und die Lage der Sohle sich heben würde.

Nun liegt es nicht in unserer Hand, die Höhe des Vorlandes zu erniedrigen. Aber wir können den Thalweg verlegen vor die Krümmung $QPAMN$ durch einen Leitdamm $QpBmN$, dessen Höhe nicht über ad hinausragt, und wir sind sicher, daſs wir vor diesem Damm geringere Ausspülungen erhalten werden, als vom alten Ufer AJ hervorgerufen wurden. Der neue Querschnitt wird z. B. $BTSRC$ sein. In dieser Weise können wir den Thalweg aus den tiefen Kolken, die heute bestehen, vorschieben und ihm einen Weg anweisen, dessen Tiefe wir sozusagen nach Belieben durch Verringerung der Krümmung und durch Erniedrigung der Höhe der Leitdämme regeln. In dieser Weise werden wir das Niedrigwassergefälle an den Stellen, wo es heute vollständig verschwunden ist und der Abfluſs des Niedrigwassers sich wie in einem See vollzieht, wiederherstellen. Bei genügender Entfernung des neuen Leitdammes vom alten einbuchtenden Ufer werden wir die groſsen Tiefen vermeiden und werden nur Bauwerke zu errichten haben, die nicht viel theurer sind als unsere gewöhnlichen Längsdämme.

Begreiflicherweise wird das Hochwasser bei dem beträchtlichen Abstande beider Uferlinien und bei den groſsen Tiefen, in die der Strom seiner natürlichen Richtung folgend einfällt, schwere Verwirrung anrichten können. Es wird nöthig sein, diesen Zwischenraum zu befestigen. Um zu verhindern, daſs sich hier störende Strömungen bilden, wird es

genügen, die beiden Uferlinien durch Querwerke *Pp*, *AB*, *Mm* (Abb. g) zu verbinden. Die Richtung der letzteren wird untersucht werden müssen, anscheinend wird es zunächst gut sein, sie senkrecht zum Ufer anzuordnen, um die geringsten Längen zu erreichen.

Was wir über die Kolke am einspringenden Ufer ausgeführt haben, trifft auch zu für die sich an hohen Deichen entlang ziehende Fahrrinne. Es ist durch die Erfahrung nachgewiesen, dafs der Strom an hohen Ufern ebenfalls den Fufs angreift, und wir müssen allgemein dahin streben, den Schifffahrtsweg hohen Ufern fern zu halten.

Im Laufe der Ausführung haben wir an mehreren Stellen Werke errichtet, die, wie oben angeführt, den Zweck haben, die tiefen Kolke abzuschneiden. Diese Bauweise hat sich zwar noch nicht in der Erfahrung vollständig bewährt, aber der Erfolg ist nicht zweifelhaft. Das Mafs, um welches das Gefälle gesteigert wird, kann im voraus nicht angegeben werden. Dafs eine Steigerung eintritt, ist indessen vollkommen sicher, unbestimmt ist nur das Mafs der Steigerung."

Nach diesen Gesichtspunkten vom Jahre 1878 ist eine grofse Zahl von Bauten ausgeführt worden, von denen einige fast vollendet sind, namentlich der Damm von Casseyrolles, von la Roque d'acier, der Damm von Vallabrègues, von Jssards, von Colombier und Codolet, der Damm von Saussac unterhalb der Brücke von St. Esprit, der Damm von St. Jean oberhalb der Isèremündung usw. Ueberall scheinen unsere Erwartungen sich erfüllt zu haben, wenn auch die Wasserstände eine vollständige Verwirklichung nicht gestattet haben. Insbesondere müssen wir die Dämme von Limony und von St. Pierre de Boeuf hervorheben, wo bei Niedrigwasser im Frühjahr eine bemerkenswerthe Hebung des Wasserspiegels festgestellt worden ist. Bei St. Pierre de Boeuf reicht dieselbe auf 6 km stromauf. Indessen kann man aus Beobachtungen, die unmittelbar nach Beendigung solcher Werke angestellt worden sind, kein Endurtheil fällen. Wir sind nicht sicher, ob spätere Ausspülungen des Bettes nicht die vielleicht unsicheren Erfolge abschwächen oder gar verschwinden lassen werden. Man kann noch nicht behaupten, dafs unsere Arbeiten endgültig sich in der Erfahrung bewährt haben.

Ich bin heute des Glaubens, dafs diese Bauweise vervollständigt und vielfach vollständig ersetzt werden mufs durch diejenige der Grundschwellen. Am Anfang dieses Berichtes habe ich gesagt, dafs die deutschen Baumeister nicht darauf ausgehen, die tiefen Kolke durch Längsdämme, die den Schiffahrtsweg abschneiden, zu verdecken, sondern die Sohle mittels Stauwerken, durch Verwendung der Grundschwellen zu heben. Ihre Bauweise hat zahlreiche Vorzüge. Nach obigen Ausführungen können die an verschiedenen Stellen, namentlich bei St. Pierre de Boeuf mit Leitdämmen erreichten Ergebnisse noch nicht als endgültige betrachtet werden, weil in dem neuen Bett die Beweglichkeit der Sohle und demzufolge die Möglichkeit von Ausspülungen bestehen bleibt. Diese Dämme haben aber noch andere Unzuträglichkeiten. An allen Stellen, wo das einbuchtende Ufer am Kolk entlang ziemlich regelmäfsig ausgebildet ist, mufs man es bedauern, dafs vor den alten Werken ein neuer Damm herzustellen ist, der unter grofsen Kosten eine unnütze Begradigung bewirkt, dem Niedrigwasser den Zutritt zum Ufer verwehrt und die Treidelei erschwert. Uebrigens setzen diese Arbeiten das Vorhandensein eines ziemlich breiten Strombettes voraus, damit man aufserhalb des abgeschnittenen Kolkes Platz findet für das neue Strombett. In einer grofsen Zahl von Fällen ist bei diesem Vorgehen die Verbesserung vollständig unmöglich. Endlich ist der Bau der Dämme, die den Schiffahrtsweg kreuzen, ohne beträchtliche Störung der Schiffahrt nicht ausführbar. Es ist sehr schwer, im Laufe der Bauausführung an einem gewissen Punkte einen Zustand zu vermeiden, der vorübergehend für die Schiffahrt thatsächliche Gefahr bietet.

Ich bin daher der Ansicht, dafs in einer grofsen Zahl von Fällen die Wiederherstellung des Gefälles nicht durch Längsdämme, die die Kolke verdecken, sondern durch Grundschwellen, die die Auffüllung derselben hervorrufen, erlangt werden sollte. Ich würde anstreben, die Tiefe der Kolke auf einen Mindestwerth von etwa 2,50 m zurückzuführen, durch eine Reihe künstlicher Schwellen, die nicht allein den Zweck hätten, die Sohle zu heben, sondern auch durch ihre verschiedene und wohl abgemessene Neigung vom Ufer nach der Mitte des Fahrwassers hin die Strömung des Flusses vom Ufer entfernen, sie in das Strombett weiter vorschieben und auf den schädlichen Uebergängen unter Verhütung von Querströmungen dem Wasser eine sichere Leitung geben. Es leuchtet ein, dafs derartige Werke unvergleichlich billiger sind als der entsprechende Längsdamm. Wenn wir zum Beispiel der Gesamtheit der Grundschwellen eine gleiche Baulänge gäben wie derjenigen eines Längsdammes, wobei in der Mitte sich ein ungefährer Abstand zwischen Damm und Ufer von 80 m ergeben würde, so würde dies auf die Ausführung eines zwar gleich langen, aber in der Höhe um ungefähr 4,00 m niedrigeren Dammes hinauslaufen. Zufolge der fast dreieckigen Form unseres Querschnitts kann man annehmen, dafs die Querschnittsflächen nahezu mit dem Quadrat der Höhe in Beziehung stehen. In der That hat die Erfahrung uns schon erkennen lassen, dafs die Grundschwellen unvergleichlich billiger sind als die entsprechenden Längsdämme.

Die Annahme des Grundschwellenbaues wird zahlreiche Vortheile im Gefolge haben, deren wesentlichste sich wie folgt zusammenfassen lassen:

1. Ersparung mehrerer Millionen bei den gesamten Arbeiten zur Verbesserung der Rhone und Vervollkommnung der Schiffahrtstrafse an Punkten, wo keine andere Bauweise verwendbar ist.
2. Erhaltung der bestehenden Ufer und demzufolge der Treidelei an allen Punkten, wo die Ufer ihrer bereits vorhandenen Regelmäfsigkeit wegen einer Begradigung nicht bedürfen.
3. Ausführbarkeit der Arbeiten ohne Störung der Schiffahrt.
4. Die Möglichkeit, überall die an tiefen Kolke verschwinden zu lassen und eine bessere Vertheilung der Gefälle und der Geschwindigkeiten zu erreichen.
5. Endlich die sichere Regulirung des Stromes auf den Uebergängen von einem Ufer zum andern.

Diese Vortheile sind beachtenswerth, und selbst wenn auf eine gewisse billigere Ausführung nicht gerücksichtigt würde, sind sie derartig, dafs ich die Bauweise der Grundschwellen als eine unentbehrliche Ergänzung der zur Verbesserung der Rhone unternommenen Arbeiten erachten mufs.

Allerdings gebe ich vollkommen zu, dafs Werke von einer bisher in Frankreich noch vollständig unbekannten Form sehr eingehend erörtert werden müssen, und ich mufs mit ernster Aufmerksamkeit die Einwendungen in Erwägung ziehen, die bei Einreichung der ersten Entwürfe erhoben worden sind. Zunächst mufs ich auf dem wesentlichen Punkte beharren, dafs die Einführung der Grundschwellen in keiner Weise das Aufgeben der Längsdämme in sich schliefst. Die letzteren bleiben immer die Grundlage der

Verbesserung der Rhone, wie dies aus meinen übrigen vorgelegten Entwürfen zu ersehen ist und wie es erkennbar ist aus den Anwendungsbeispielen, die ich noch zu erörtern gedenke. Mein heutiger Vorschlag beschränkt sich nach den in Deutschland gemachten Studien auf eine Beigabe zu den Längswerken, die bestimmt ist, deren Wirkung zu vervollständigen, für neue Dämme, die eine Verdopplung der alten gebildet haben würden, als Ersatz zu dienen und im grofsen und ganzen für die Sohle dasselbe zu leisten, was die Dämme für das Ufer leisten. Man kann sogar erstaunt sein, dafs man so lange und so beharrlich die Nothwendigkeit verkannt hat, das Flufsbett selbst ebenso zu befestigen, wie wir die Ufer befestigen, die Sohle zu erhalten oder selbst zu erhöhen in gleicher Weise, wie wir die Ufer vertheidigen und Einschränkungswerke ausführen.

Man hat gegen die vorgeschlagenen Schwellen den folgenden Einwand erhoben: Man giebt zwar zu, dafs die einzelnen Felder zwischen den Grundschwellen sich füllen werden, aber man fürchtet, dafs die Ausfüllung lange auf sich warten lassen wird, dafs jede Schwelle während dieser Wartezeit an der Oberfläche gleich vereinzelten Felsen eine Aufwallung des Wassers hervorruft und dafs daraus eine Reihe von Ueberfällen hervorgeht, welche die Schiffahrt erschweren und bedauerlich wären, wenn dieser Zustand mehrere Jahre andauern würde. Was den ersten Einwand anlangt, so können wir hoffen und sogar versichert sein, dafs die Ausfüllung der Felder schnell vor sich gehen wird. Es genügt, darauf hinzuweisen, welche aufserordentliche Massen von Kies bei jeder Fluthwelle in Bewegung gerathen und selbst fortwährend auf der Sohle in Bewegung sind. Sache der Erfahrung wird es sein, den Abstand der Werke richtig zu bemessen. Wir haben zur Zeit bereits an mehreren Grundschwellen, die unter Umständen, die weiterhin erläutert werden sollen, erbaut sind, einige Erfahrungen gesammelt. An der gröfsten Zahl derselben ist die Wirkung an der Oberfläche so wenig spürbar, dafs, selbst wenn man ihre Lage weifs, das Auge Mühe hat sie zu entdecken. An einigen ist die Bewegung des Ueberfalls an der Oberfläche so weit bemerkbar, dafs man an ihr leicht die Baustelle zu erkennen vermag. Aber diese Bewegung ist ohne jeden Einflufs auf die Schiffahrt, hat zu keinerlei Schwierigkeit Anlafs gegeben und hat den Fahrzeugen nicht die geringste Unbequemlichkeit verursacht. Die Thatsache steht heute fest, dafs die Grundschwellen in 2,50 m Tiefe unter Niedrigwasser keinerlei störende Wirkungen an der Wasseroberfläche hervorbringen. Es geht daraus hervor, dafs, selbst wenn die Ausfüllung der Felder lange dauern sollte, dies ohne Belang wäre, und wenn die Grundschwellen ihre Aufgabe nicht sofort in vollem Umfange erfüllen sollten, sie es wenigstens in hohem Mafse thun werden. So lange die Ausfüllung nicht beendet ist, bildet jede Grundschwelle ein Grundwehr, und eine ganze Reihe von Grundwehren wird die Theilung der jetzt in den Stromschnellen vereinigten Fallhöhe zur Folge haben, eine Thatsache, die zur leichteren Ausführung der Längswerke nicht unwesentlich beiträgt. Die Schiffer behaupten sogar, dafs ohne diese dem Wasser als Stützpunkte dienende Werke gewisse Strecken, namentlich diejenigen bei Revestidou und bei Pizon, sehr grofse Schwierigkeiten und des Wasserabsturzes wegen, der sich während der Ausführung der Einschränkungsdämme hätte einstellen müssen, selbst ernste Gefahr geboten haben würden.

Man hat auch den Einwand erhoben, dafs nach Ausführung der Grundschwellen die Schiffahrt für die Grappins unmöglich würde. Ich trage kein Bedenken zu sagen, dafs diese Bauweise im Gegentheil den Grappins nur Vortheil bringen wird, insofern diese Kähne da einen festen Grund erhalten, wo sie ihn vorher nicht fanden. Wenn wir annähmen, dafs die Grundschwellen keinen Erfolg hätten, und demnach die Ausfüllung der Felder unterbliebe, so wird dadurch der Thatbestand nicht verändert, da die Grundschwellen nur in solcher Tiefe liegen, wo die Grappins nicht hinkommen. Diese Schiffe würden immer ebenso wie heute ihren Weg auf dem Sande nehmen, der neben den Kolken liegt, oder mit ihren Schaufeln sich fortbewegen. Wenn die Strömung in den verbauten Kolken so stark werden sollte, dafs sie mit ihrem Anhang nicht zu Berg zu fahren imstande wären, so würden sie das bekannte Verfahren einschlagen, dafs sie erst allein vorangehen und danach den Anhang mit der Winde nachziehen. Dabei ist hervorzuheben, dafs die Allgemeine Schiffahrtsgesellschaft, die thatsächlich die einzigen Grappins auf der Rhone im Betrieb hat, die Bauweise der Grundschwellen lebhaft begrüfst hat und der Leiter dieser Gesellschaft mir gegenüber oft den Wunsch ausgesprochen hat, dieselben in weiterem Umfange verwandt zu sehen.

Nach Erörterung der gegen die Grundschwellen erhobenen Einwände müssen wir einige Einzelheiten über die mit dieser Bauweise erreichbaren Erfolge mittheilen. In dieser Hinsicht werden wir die verschiedenen Verwendungen erläutern, die wir im Drange der Ereignisse bereits davon gemacht haben oder zu machen im Begriff sind.

Beispiele. Im Bericht folgt die Besprechung einzelner Regulirungsentwürfe:

1. Die Strecke von Les Cornes Kil. 79/80, wo in starker Krümmung zwei Grundschwellen bis 15 m Wassertiefe erbaut wurden, während die Krone 4 m unter Niedrigwasser lag. Der anfangs bemerkbare Ueberstürz des Wassers hat sich bald verringert, sodafs die Schiffahrt keinen Schwierigkeiten begegnet. Der Erfolg war ein vollkommener.
2. Die Stromstrecke von Pizon Kil. 83/84, wo in mäfsiger Krümmung nach Herstellung eines Längsdammes sich das neue Strombett nicht selbständig ausbildete, sondern auch vor dem Längsdamm grofse Tiefen entstanden waren. Eine Abbaggerung der Kiesbank nebst drei Grundschwellen durch den 8 m tiefen Kolk haben wesentliche Besserung geschaffen.
3. Die Stromstrecke von Les Dames Kil. 50, ebenfalls einer Krümmung, in der die grofsen Tiefen durch ein Niedrigwasserlängswerk verbaut waren. Die Wirkung dieses Werkes befriedigte nicht, da grofse Tiefen bis zu 11,50 m erhalten blieben. Erst die Einführung einer Reihe von Grundschwellen wird hier endgültigen Erfolg schaffen.
4. Die Stromstrecke von Solaise, wo derselbe Fall vorlag wie bei Les Dames, und wo durch Verwendung von Grundschwellen sehr grofse Ersparnisse dem Kostenanschlage gegenüber erreicht wurden. Die Wirkung dieser unter Wasser liegenden Werke war an der Wasseroberfläche nicht sichtbar, der Kies auf der gegenüberliegenden Ausbachtung trieb ab, und es trat sehr bald eine Verbreiterung des Strombettes ein, während die oberhalb liegende Stromschnelle merkbar gebessert wurde.
5. Stromstrecke von Revestidou Kil. 218/223, wo durch Zuhülfenahme von Grundschwellen der Bau der Längswerke wesentlich erleichtert worden ist. Die grofsen Tiefen neben Revestidou und Montfaucon wurden durch sechs Grundschwellen verbaut und die Zwischenräume zwischen ihnen mit Baggermaterial ausgefüllt.

6. Besserung der Stromstrecke zwischen Morlon und Beauchastel Kil. 116 bis 124, wo drei sehr schlechte Uebergänge des Stromes von einem zum andern Ufer bestanden. Fast das ganze Gefälle war auf diesen drei Stromschnellen vereinigt, da zwischen denselben grofse Stromtiefen lagen. Hier wurden nicht nur die grofsen Stromtiefen mit Grundschwellen bis zu 2,50 m unter Niedrigwasser verbaut, sondern auch auf den Uebergangsstrecken durch geneigt liegende Schwellen, deren Wurzel auf 1,60 m unter N.W., also höher gelegt wurde, eine allmähliche Führung des Stromes von einem zum andern Ufer in Aussicht genommen.

Schlufsbetrachtung. Die vorhergehenden Beispiele lassen die von den Grundschwellen erwartete Wirkung erkennen. Es steht fortan die Erfahrung für uns fest, dafs diese Schwellen keine störenden Wallungen an der Oberfläche hervorrufen, wie man fürchten konnte, dafs vielmehr sehr oft die Stauwelle, die ihre Lage verräth, kaum bemerkbar ist. Die Verlandung der Zwischenfelder zwischen den Grundschwellen macht sich deutlich bemerkbar, aber wir können noch nicht sagen, ob die vollständige Verlandung lange Zeit erfordern wird. Voraussetzung ist dabei, dafs die Schwellen ziemlich nahe an einander liegen, etwa in 100 m Abstand, damit die Sohle vollständig und regelmäfsig verlandet. Die Erfahrung wird das weitere lehren. Auf den Strecken, wo bereits Grundschwellen erbaut sind, ist unbestreitbar festgestellt, dafs die oberhalb gelegenen starken Gefälle verringert worden sind, was übrigens nicht zweifelhaft sein konnte. Die Wiederherstellung des Gefälles in dem Kolk und die Besserung der Stromschnellen ist also ein bestimmter Erfolg dieser Bauweise. Die Verwendung der Grundschwellen ist in einer grofsen Zahl von Fällen das einzige Hülfsmittel, um die Ungleichheiten der Querschnitte zu verbessern und die schmale tiefe Rinne an einbuchtenden Ufern zu beseitigen. Schliefslich wird die Verbesserung der Uebergänge von einem zum andern Ufer, und damit eine der schwierigsten Fragen der Regulirung durch zweckmäfsige Anordnung von Grundschwellen auf beiden Ufern oberhalb und unterhalb derselben mit Sicherheit lösbar. All diese Vortheile sind mit mäfsigen Kosten erreichbar, was begreiflich erscheint, wenn man bedenkt, dafs die Grundschwellen im allgemeinen 4,0 m tiefer liegen als die Krone der gewöhnlichen Dämme. Es darf nicht in höherem Grade für ungewöhnlich gelten, dafs man das Strombett regelmäfsig auszubilden strebt, als wenn man den Ausbau der Ufer in Vorschlag bringt. Für die Rhone wie für jeden andern Flufs mit beweglicher Sohle hat die Erfahrung gelehrt, dafs die Unbeständigkeit der Sohle für die endgültige Verbesserung eins der gröfsten Hindernisse ist. Die Deutschen haben dies seit langer Zeit eingesehen und haben mit den Grundschwellen an ihren Flüssen eine täglich vollkommener werdende Regelmäfsigkeit erreicht.

An der Rhone, wo die Tiefenwechsel viel fühlbarer sind und wir bisweilen unterhalb hoher Schwellen tiefe Kolke von nahezu 20 m finden, haben diese Regulirungsarbeiten eine ganz andere grofse Bedeutung, ohne gröfseren Schwierigkeiten zu begegnen. Wir werden imstande sein, auf allen Punkten, wo sich übergrofse Tiefen einstellen, den Wasserspiegel bis zur festgesetzten Höhe zu heben und denselben durch Grundschwellen, die gleichsam das Gerippe des endgültigen Flufsbetts herstellen, festzuhalten. Wir können sogar, und müssen demzufolge auch, in diesem neu geschaffenen Flufsbett von vorherein die Linie der gröfsten Tiefen eintragen und die Uebergänge von einem zum andern Ufer vorzeichnen, wie dies der Ingenieur du Boys beim Entwurf der Regulirung zwischen Morlon und Beauchastel gethan hat. Auf allen Uebergängen, wo wir diese Regulirungsweise anwenden, werden wir hinsichtlich des Flufsbettes einen Gewinn zu erwarten haben. In dieser Weise erreichen die Deutschen einen vollen Erfolg. Die so erreichten Verbesserungen verbürgen in sich Dauer und Bestand. Es leuchtet ein, dafs wir durch regelmäfsigere Gestaltung der Strömung die störenden Ursachen und die verheerenden Wirkungen verringern. Wir haben übrigens bereits erkennen können, wie sehr unsere neuerdings ausgeführten niedrigen Längswerke geringeren Angriff zu erleiden haben, als unsere alten Werke. Mit noch gröfserem Rechte wird dies von den Grundschwellen auf der Sohle des Flufsbettes zu erwarten sein. Werden die Grundschwellen unserem Vorschlage gemäfs angelegt, so bilden sie eine Reihe von auf einander folgenden Hindernissen, welche die verheerende Wirkung des Wassers beständig vertheilen derart, dafs jede einzelne Schwelle nur ein schwaches Gefälle und eine kleine Wirkung auf sich zu nehmen hat. Das Hochwasser, das auf hohe Werke so lebhaften Angriff ausübt, wird auf die Grundschwellen gerade die geringste Wirkung üben, da die Schwellen überströmten Grundwehren gleichen, deren Stauwirkung um so geringer zu werden pflegt, je höher das Wasser ansteigt, während sie bei Hochwasser fast vollständig verschwindet.

Zeichnerische Darstellung der elastischen Durchbiegung der Bogenträger.

Vom Baurath Adolf Francke in Herzberg am Harz.

Bezeichnen wir mit s die jeweilige Entfernung eines Bogenachsenpunktes vom Ursprung, gemessen in der Bogenachse, mit z die durch Belastung hervorgerufene elastische Durchbiegung des Bogenpunktes, gemessen in Richtung des Krümmungshalbmessers r, mit M das innere Biegungsmoment, so gilt die Differentialgleichung 1) $EJ\frac{d^2z}{ds^2} = -M$, in welcher wir $M = F_{(s)}$ als Abhängigkeit von s betrachten können. Durch Vergleichung dieser Gleichung mit der entsprechenden, für den geraden Balken gültigen Gleichung erkennen wir, dafs diese Gleichung 1) $EJ\frac{d^2z}{ds^2} = -M = -F_{(s)}$ mit der Gleichung 1a) $EJ\frac{d^2y}{dx^2} = -M = -F_{(x)}$ übereinstimmend ist, wenn die Zeichen z und y, s und x vertauscht werden. Die Gleichungen 1 und 1a stellen übereinstimmende Differentialgleichungen dar.

Trägt man für den geraden Balken das Biegungsmoment M als Belastungshöhe p an jeder Stelle x auf, verbindet diese Belastungen durch ein Seilpolygon des wagerechten Schubes EJ, so erhält man, als zeichnerisches Ergebnifs zweifacher Integration der Differentialgleichung 1a, die elastische Durchbiegung y, (z) für jede Stelle x, (s) als Abstand der Schlufslinie vom Polygon.

Streckt man daher den Bogen und führt, indem man für jede Stelle s, (x) das Biegungsmoment M des Bogens als Belastungshöhe annimmt, die entsprechende Zeichnung aus, so erhält man die zeichnerische Darstellung der elastischen Biegung z desselben.

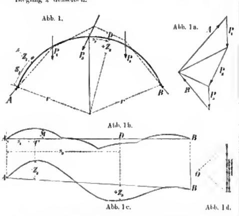


Abb. 1. Abb. 1a. Abb. 1b. Abb. 1c. Abb. 1d.

In Abb. 1 betrachten wir als Beispiel einen Kreisbogen mit zwei Kämpfergelenken, welcher durch drei Einzelkräfte P_1, P_2, P_3, Abb. 1a, belastet sei.

In Abb. 1b streckten wir den Bogen gerade und belasteten ihn an jeder Stelle mit der Lasthöhe M und erhielten, Abb. 1c, 1d, durch das zugehörige Seilpolygon die elastische Durchbiegung z_1, z_2 für jede Stelle s_1, s_2.

Für $\frac{J}{F r^2}$ verschwindend, wird der Flächeninhalt der Abb. 1c $\int z\,ds = r \int z\,d\omega = 0$.

Die zeichnerische Darstellung der Abb. 1c bietet daher zugleich ein Prüfungsmittel dar für die richtige Ermittlung und fehlerlose Berechnung der Widerlagerkräfte A, B der Abb. 1.

In Umkehrung des Ermittlungsweges der Darstellung der Kräftevertheilung im Bogen kann man daher die Darstellung 1c benutzen zur lediglich zeichnerischen Bestimmung der Bogenkräfte bei Ausschlufs jeder Rechnung. Zieht man Abb. 1 den Kräftezug zunächst willkürlich, so zwar, dafs derselbe durch die Gelenkpunkte A, B verläuft, so wird hierbei die zugehörige Darstellung 1c die Bedingung des Verschwindens des Flächeninhaltes im allgemeinen zunächst nicht erfüllen, und man wird erkennen, ob und wie der erste Strahl A des Kräftezuges zu drehen ist, um die Erfüllung dieser Bedingung und damit die richtige Kräftevertheilung zu erhalten.

Auch dann, wenn es sich nicht um einen Kreisbogenträger, sondern, bei sprungweise veränderlichem Krümmungshalbmesser r, um einen Korbbogen, oder, bei stetig veränderlichem r, um einen beliebig geformten Bogen handelt, kann man die eben beschriebene rein zeichnerische Ermittlung der Kräftevertheilung zur Ausführung bringen, indem man für die Darstellung des Flächeninhalts der Abb. 1c die Forderung $\int \frac{z\,ds}{r} = 0$ zur Erfüllung bringt, wobei man also zeichnerisch die Höhe z der Fläche der Abb. 1c im Verhältnifs $r_0 : r$ umzurechnen hat, wenn r_0 einen bestimmten festen, r den jeweiligen, nicht festen, Krümmungshalbmesser der betreffenden Bogenstelle bedeutet.

Berichtigung.

In der Abhandlung „Der Kaisersteg über die Spree bei Oberschöneweide“ in Heft I bis III dieses Jahrganges ist auf Seite 72, Zeile 10 von unten zu lesen:

$$\frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2} \cdot \frac{1 + 2\frac{z_a}{z}\frac{x^m}{(n+1)(n+2)l^m}}{1 + 2\frac{z_a}{z}\frac{1}{(n+1)(n+2)}} \quad \text{statt} \quad \frac{y}{f} = \frac{x^2}{l^2} \cdot \frac{1 + 2\frac{z_a}{z}\frac{x^{n+2}}{(n+1)(n+2)l^{n+2}}}{1 + 2\frac{z_a}{z}\frac{1}{(n+1)(n+2)}}.$$

Es ist also $m = n$.

Halle (Saale), Buchdruckerei des Waisenhauses.

JAHRGANG L. 1900. HEFT VII BIS IX.

Alte Fachwerkhäuser in Lüneburg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 40 bis 42 im Atlas.)

Lüneburg gilt, wie andere alte Hansastädte, Lübeck, Wismar, Rostock, Stralsund, vornehmlich als eine Stadt des Backsteinbaues. Weniger beachtet als die alterthümlichen Backsteinschauseiten wurden bisher die alten Fachwerkbauten. Der Grund ist wohl nur darin zu suchen, dafs letztere meistentheils nicht an den Strafsen-, sondern an den Hofseiten stehen und folglich nicht so allgemein ins Auge fallen. Möge nun auch den ehrwürdigen Fachwerkhäusern Lüneburgs unsere Betrachtung gewidmet sein, umsomehr, als sie vielleicht bald eines nach dem anderen den rastlosen Bauunternehmungen der Gegenwart zum Opfer fallen können.

Die hier in Rede stehenden Bauten gehören dem Zeitraum von 1525 bis 1591 an. Um den Entwicklungsgang übersichtlich zu machen, wurden die beigegebenen Abbildungen mit den Jahreszahlen (Entstehungsjahren der Gebäude) versehen. Ein besonderes Merkmal dieser Fachwerkhäuser ist, dafs sie im Erdgeschofs beinahe ausnahmslos massiv sind und über dem Erdgeschofs nur noch ein einziges Fachwerkgeschofs enthalten. Die Gesamtansichten in den Abb. 4 Bl. 40, 8 Bl. 41 und 1 Bl. 42 sind somit auch für die meisten dieser Fachwerkgebäude bezeichnend. Die obere Fachwerkwand ist dabei in üblicher Weise auf Consolen, etwa um das Mafs der Balkenhöhe ausgekragt. Gröfsere Ausladungen wie in Abb. 8 Bl. 40 und 5 Bl. 41 sind selten.

Die Beschreibung der einzelnen Fachwerktheile in ihrer üblichen Gestaltung soll weiter unten erfolgen. Zunächst mögen die in Abb. 1 u. 2 Bl. 40 gebotenen Darstellungen besprochen werden, da sie eine durchaus eigenartige und abweichende Ausbildung aufweisen. Sie gehören einem im Jahre 1525 vom Kloster Scharnebeck bei Lüneburg errichteten Wirthschaftsgebäude an. (Augenblicklich dient es zu Wohnzwecken.) Die Hauptverzierung besteht hier in figürlichem Schmuck, der sich selbst auf die Consolen erstreckt. Aufserdem tragen die Holztheile noch die deutlichen Spuren früherer Bemalung. Wie die Ständer, Fufsbügen und Riegel ausgebildet gewesen sind, ist nicht mehr ersichtlich, da alle diese Holztheile leider nachträglich überputzt worden sind. Die Figuren an den Consolen, der Schwelle und dem Hauptgesims sind augenscheinlich bestimmt, gewisse Schwächen der Zeit- und Lebensverhältnisse zu verspotten. Der Mönch unter dem Hauptgesims fordert eine Nonne zum Trinken auf, ein Anerbieten, welches aber zurückgewiesen wird. An der Schwelle über dem Erdgeschofs streckt ein Narr dem scheltenden Mönch die Zunge heraus. Darunter auf den Consolen schwingt ein Bürger den Trinkbecher, während die Hausfrau ihm die Spindel entgegenhält. Der Bauer daneben trägt mit sauerer Miene ein Schaf auf dem Nacken, eine Anspielung auf die dem Kloster zu leistenden Naturalienabgaben. An den Fachwerkhäusern aus späterer Zeit kommt eine so eigenartige Ausbildung der Consolen nicht wieder vor. Wie die Consolen sonst gestaltet zu werden pflegen, dürfte aus den Abbildungen genügend ersichtlich sein.

Die Fachwerktheile der übrigen Bauten haben im allgemeinen folgende Eigenthümlichkeiten:

Recht einfach verziert sind zunächst die Füllhölzer, soweit sie an diesen Fachwerkhäusern überhaupt vorhanden sind. Meistens fehlen sie ganz. Die Fache zwischen Rähm und Schwelle werden dann gerne durch Ausmauerung in Rollschichten oder in gemustertem Ziegelverbande geschlossen (Abb. 11 Bl. 40, 9 Bl. 41 und 3 u. 4 Bl. 42). Auch bei Ausmauerung aller übrigen Fache war gemusterter Ziegelverband beliebt (Abb. 3 Bl. 40, 5 u. 9 Bl. 41 und 6 Bl. 42), und man kann wohl behaupten, dafs diese Verzierungsform bei allen diesen Gebäuden angewandt wurde, wenn dies wegen erfolgter nachträglicher Verputzung auch nicht immer feststellbar ist. Bezeichnende Ziegelverbandsformen liefern die Abb. 8 u. 9 Bl. 42.

Recht beachtenswerth ist der in Abb. 11 Bl. 41 gewählte Gefachschlufs. Hier ist das Füllholz durch einen tauförmigen Wulst ersetzt. Dieser tauförmige Wulst, welcher die Beziehungen der alten Hansastadt Lüneburg zur Seefahrt kennzeichnet, kommt in gebranntem Thon an den Backsteinbauten aufserordentlich häufig vor. An den Fachwerkgebäuden dagegen findet sich diese Form sonst wenig oder gar nicht; nur an diesem einen Beispiel.

Die Schwellen sind im Vergleich mit den Füllhölzern besonders reich verziert. Oft tragen sie Inschriften, vielfach auch Blätter, Ranken oder eingeschnitzte Figuren. Eins der ältesten Beispiele bietet Abb. 3, 5 u. 6 Bl. 40. Es scheint sich dort um Bildnisse von bestimmten Personen, Priestern, Rittern und Rathsherren zu handeln. Diese Köpfe sind meisterhaft geschnitzt und zeugen von einer scharfen Beobachtung der natürlichen Formen des Gesichtsausdruckes. — Zu beachten ist die Schwelle Abb. 7 Bl. 42. Die von Blattstielen durchlochte Ranke geht hier plötzlich in ein Flechtband über. Nach mittelalterlicher Art war der Holzschnitzmeister unbekümmert um Symmetrie und Gleichmäfsigkeit. Die Verzierungsweise an dieser Schwelle hat so gefallen, dafs sie an zwei anderen Fachwerkgebäuden in gleicher Ausbildung einfach nachgeahmt worden ist, auch mit dem eigenthümlichen Wechsel von Flechtband und Ranke. — Die Inschriften an den Schwellen sind entweder lateinisch oder niederdeutsch. So diejenige in Abb. 11 Bl. 41, in hochdeutscher Mundart: „Des Herrn Segen macht reich ohne Mühe", oder in Abb. 5 Bl. 42: „Wer Gott vertraut, hat wohl gebaut".

Die Ausfüllung des durch Ständer und Fufsbügen gebildeten Dreieckes geschieht in allgemein bekannter Weise, indem die Verzierungen über die genannten Holztheile hinweggeschnitten werden. Wie in anderen Städten des Fachwerkbaues ist auch in Lüneburg die Muschel- oder Fächerform

beliebt (Abb. 7 Bl. 42). Noch öfter findet man die Ringform mit mehreren gleichlaufenden Streifen (Abb. 10 u. 11 Bl. 40, 4, 9 u. 11 Bl. 41 und 10 Bl. 42). Häufig begnügte man sich mit jenen kurzen Schnitten oder Einkerbungen, welche weder den gothischen noch den Renaissanceformen einzureihen sein dürften, sondern insofern selbständig dastehen, als sie sich durch die Zimmermannstechnik in einfacher Weise allmählich herausgebildet haben. Am meisten werden dabei die in Abb. 10 Bl. 41 gegebenen Muster angewandt. — An den Eckständern sieht man mehrfach die in Abb. 10, 12 u. 13 Bl. 42 gezeichneten schlangenförmigen Ausläufer oder Blattbüschel. — Die Brusthölzer sind in den meisten Fällen glatt und liegen mit der Mauer bündig. Zuweilen gehen sie vor den Ständern durch und sind dann als gedrehte Perlenschnüre ausgeschnitzt (Abb. 10 Bl. 40, 11 Bl. 41 und 7 Bl. 42).

Hervorragende Schnitzereien an allen Fachwerktheilen zeigen die Abb. 1 bis 7 Bl. 41. Es sei an dieser Stelle eingeschaltet, dafs sich der namhafte Renaissancemeister Albert von Soest in den Jahren 1566 bis 83 in Lüneburg aufgehalten und während dieser Zeit an den herrlichen Schnitzwerken im Rathhause gearbeitet hat. Eine Reihe von Zeichnungen der Albert von Soestschen Werke dieser Zeit findet sich veröffentlicht in den Henserschen Originalaufnahmen, welche jetzt einen Bestandtheil der „Deutschen Renaissance von Ortwein" bilden. Gewifs hat Albert von Soest der Kunst, in Holz zu schnitzen, schon in den ersten Jahren seiner Anwesenheit in Lüneburg zu allgemeinem Ansehen verholfen, wodurch wohl auch die Lust und Freude an den Schnitzereien der Fachwerkbauten gesteigert worden sein mag. Unter einem derartigen höheren Antrieb scheint der Meister der in Abb. 1 bis 7 Bl. 41 gezeichneten Schnitzwerke gearbeitet zu haben. Im übrigen verrathen diese Verzierungen durchaus selbständiges Erfinden und keineswegs eine Nachahmung Soestscher Muster, welche ihren Einflufs auf die Umgestaltung der Kunstformen erst nach dem oben erwähnten Zeitraum geltend gemacht haben.

Ueber die gebräuchliche Herstellung des Hauptgesimses ist Neues in technischer Hinsicht nicht zu bemerken. Es stellt sich dar als eine Wiederholung der über dem Erdgeschofs durch Consolen und Schwelle bewirkten Auskragung. Hinsichtlich der Ausschmückung sind die Abb. 9 Bl. 40, 1 und 11 Bl. 41 beachtenswerth, wobei Abb. 1 Bl. 41 sich noch durch Anwendung der sonst wenig üblichen, hier aber reich geschnitzten Füllhölzer auszeichnet. Für den Dachanschlufs oberhalb des Hauptgesimses ist es bezeichnend, dafs die Sparren in die Dachbalken niemals mit Versatzung eingreifen, sondern denselben nach Art der Abb. 9 Bl. 41 und 11 Bl. 42 aufgeklaut sind, sodafs die Sparrenköpfe oberhalb der Balkenköpfe zum Vorschein kommen.

Als Bautheile oberhalb des Hauptgesimses sind noch die mehrfach vorhandenen Dachaufbauten zu erwähnen (Abb. 2 Bl. 41 und 6 Bl. 42).

Gegen Ende des XVI. Jahrhunderts scheint ein Stillstand in der Errichtung von Fachwerkhäusern eingetreten zu sein. Soweit neue Bauten dieser Art noch entstanden sind, bewegt sich ihre Technik und Verzierung vorwiegend in den früher bereits angewandten Formen. Eine Ausnahme hiervon macht jedoch ein im Jahre 1644 hergestelltes Gartenhaus, dessen höchst eigenartiges Schnitzwerk in einem besonderen Aufsatze der Nr. 26 des Centralblatts der Bauverwaltung, Jahrgang 1898, S. 301 bereits beschrieben wurde.

Labiau. Paulsdorff, Reg.-Baumeister.

Die Erneuerung der Vierungspfeiler des Domes in Bremen.

(Mit Abbildungen auf Blatt 43 im Atlas.)

Als der erste im neunten Jahrhundert von Willerich errichtete steinerne Dom in Bremen ein Raub der Flammen geworden war, begann der Erzbischof Bezelin im Jahre 1044 den Bau einer neuen gröfseren Kathedralkirche. Aus Köln am Rhein, wo er vor seiner Berufung auf den erzbischöflichen Sitz im Sachsenlande als Kanoniker gelebt hatte, entlehnte er das Vorbild für seine Schöpfung im Norden. Nach dem Muster der alten Kölner Kathedrale, die in der Mitte des 13. Jahrhunderts einem grofsartigen Neubau Platz gemacht hat, sollte sich am Ufer der Weser ein reich gegliederter Dom erheben. Doch nur die Pfeiler und Bogen des Mittelschiffes und die Seitenschiffe der Basilika sah der baulustige Kirchenfürst aufragen. Schon im Jahre 1045 starb er, und in der unvollendeten Kirche bereitete man seinen Gebeinen die letzte Ruhestätte. Die Fortführung seines Werkes aber fiel seinen Nachfolgern Adalbert und Liemar zu.

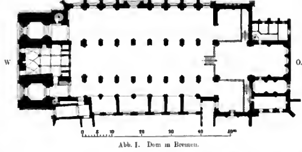


Abb. 1. Dom in Bremen.

Vergleichen wir die in der letzten Hälfte des elften Jahrhunderts aufgezeichneten, den Bau der Kathedrale betreffenden Mittheilungen Adams von Bremen, des Scholasters an der mit dem Stift verbundenen Schule, mit den aus

neueren Untersuchungen geschöpften Kenntnissen von den älteren Theilen der Kirche, so kommen wir zu dem Schlusse, dafs im Jahre 1101, als der streitbare Liemar ins Grab sank, der Dom als eine vielleicht im Westen schon gewölbte, im übrigen aber flach gedeckte dreischiffige Pfeilerbasilika mit Querschiff, zwei Chören, zwei Krypten und den Unterbauten der Westthürme dastand. Von dieser Bauanlage sind nur die Pfeiler und Bögen des Mittelschiffes, einige höhere Mauern im Westen, und die beiden Krypten sowie die unteren Thurmgeschosse auf unsere Tage gekommen. Die Theile des jetzigen Domes schuf in der Hauptsache eine bald nach dem Jahre 1200 anhebende erneute Bauthätigkeit. Wenn auch geschichtliche Aufzeichnungen über dieselbe nicht zu Gebote stehen, so können wir doch die heute noch erhaltene Einwölbung des Mittelschiffes mit Ausnahme der beiden älteren westlichen Joche, der Kreuzflügel, der Vierung, des Ostchores und der beiden Seitenschiffe, von denen eins wieder verloren gegangen ist, mit Sicherheit dem 13. Jahrhundert zuschreiben. Bis zum Jahre 1502 blieb der Bau unangetastet, dann wurde, nach einem grofsen Thurmbrande, das nördliche Seitenschiff abgebrochen. An seine Stelle trat ein mit einem schönen Netzgewölbe überspannter grofser stützenloser Raum.

Schwere Schicksalsschläge haben in der Folgezeit den Dom getroffen, und lange haben wichtige Theile des Bauwerkes in Trümmern oder unvollendet dagelegen. Aber endlich nahte auch ihm die Zeit seiner Auferstehung. Im Jahre 1888 begann, durch kunstsinnige und opferbereite Bremer Bürger angeregt und ins Werk gesetzt, eine umfassende Wiederherstellung des alten Baues in allen seinen Theilen, die noch in diesem Jahre abgeschlossen werden wird.

Als im Jahre 1894 die neue von dem Dombaumeister Salzmann entworfene Westfront des Domes mit ihren beiden hochragenden Thürmen vollendet war, und der Ausbau der Nordseite seinem Abschlusse entgegen ging, machte sich das Bedürfnifs geltend, die sehr lange Firstlinie des Mittelschiffdaches durch einen Thurm über der Vierung zu unterbrechen, und hierdurch der Wucht der mächtig aufstrebenden, Markt und Stadt beherrschenden Westthürme im Osten des Bauwerkes ein Gegengewicht zu bieten. Der neue steinerne Vierungsthurm, dessen Bau alsbald beschlossen wurde, sollte, von den Vierungsbögen aufsteigend, in achteckiger Grundrifsform die Dächer durchbrechen und hoch über dem First des Mittelschiffdaches mit einer Pyramidenhaube gedeckt werden. Zunächst kam es darauf an, festzustellen, ob die alten Vierungspfeiler des Domes imstande waren, die neue Last ohne weiteres aufzunehmen. Erzbischof Bezelin oder der gewaltige Adalbert hatte sie errichtet. Die Umformungen der Wände und Decken nach dem Jahre 1101 hatten sie nicht berührt. Nur die obersten Quaderschichten nebst den Capitellen waren im 13. Jahrhundert bei der neuen Einwölbung des Domes entfernt und durch mehrere Schichten eines Bündelpfeilers nebst reichen Capitellen ersetzt worden. Die Grundmauern lagen im reinen Sande der Domdüne, auf deren Höhe die erste kleine Ansiedlung, der Keim der späteren volkreichen Stadt Bremen, sich gebildet hatte. Sie zeigten die in unserem Lande übliche Herstellungsweise. Gröfsere Sandsteine waren nur an den äufseren Flächen verwandt, die Hintermauerung bestand aus Brocken von Deistersandstein und Kieseln, in Muschelkalkmörtel gebettet. Wie in allen alten Bautheilen des Domes, so wechselten auch hier vorzüglich erhärtete Lagen mit weichen ab, die leicht zerbröckelten und den angreifenden Werkzeugen nur wenig Widerstand boten. Starke unterirdische Mauern verbanden die Fundamente der freistehenden Pfeiler mit denen benachbarter Theile der Kirche. Oberhalb des Fufsbodens trugen die Pfeiler eine Verblendung von feinkörnigen, mit engen Fugen versetzten Quadern von Deistersandstein, deren Schichtenhöhen von 17 bis zu 45 cm wechselten.

Dafs schon in früher Zeit schweres Brandunglück den Dom getroffen hat, berichten uns die Geschichtschreiber. Wenn sie schwiegen, so würden die Steine reden, uns erzählen von einem furchtbaren Feuer, das im zwölften Jahrhundert oder im Anfange des dreizehnten in der Kathedrale wüthete. Noch heute zeugen die Wände des südlichen Kreuzflügels von der Gewalt der Gluthen. Auch die Verblendung der Vierungspfeiler hat damals schwere Schäden davongetragen, denn an vielen Stellen, besonders in den unteren Theilen, wo die herabgestürzten Balken des Daches noch tagelang gebrannt haben mögen, zeigte sich die äufsere Haut der Quadern in eine rothbraune bröckliche Masse verwandelt. An anderen Orten wieder hatten sich grofse Stücke von dem unversehrt gebliebenen Kerne abgelöst. Alle diese, bisher durch Ziegelstein-Einmauerungen und Putz verdeckten Zerstörungen haben selbstverständlich dazu beigetragen, den tragfähigen Querschnitt der Pfeiler bedeutend zu verringern. Kann man nun auch eine Beanspruchung von etwa 11 kg/qcm der Grundrifsfläche für die Sandsteinverblendung noch als mäfsig bezeichnen, so gilt dieses doch nicht für das innere Gufsmauerwerk, das, mit den Schichten der Verblendung abgeglichen, wenig sorgfältig ausgeführt war und viele Lücken aufwies. Unter diesen Umständen wurde es für bedenklich gehalten, dem alten Mauerwerk durch den Bau eines neuen steineren Vierungsthurmes eine bedeutende Vermehrung der Belastung zuzumuthen, und beschlossen, die Pfeiler bis zur Fundamentsohle abzubrechen und von Grund aus neu aufzubauen.

Zur Erneuerung derselben standen zwei Wege offen. Es wäre thunlich gewesen, nach Entfernung der auf den Vierungsbögen ruhenden Dachtheile, sämtliche Gurte, Rippen und Kappen, die auf den Pfeilern ihre Stütze fanden, und diese selbst abzubrechen. Bei einem solchen Verfahren würden aber die Abbrucharbeiten und die Vorkehrungen zur Sicherung der zu erhaltenden Bautheile einen ganz bedeutenden Umfang angenommen, und auch der Schlufs der Einbruchslücke im Dache würde grofse Schwierigkeiten bereitet haben. Man entschlofs sich daher, die beizubehaltenden oberen Bündelpfeilerschichten nebst den auf ihnen ruhenden Capitellen, Bögen, Gewölben, Dächern, durch kräftige Zimmerwerke abzustützen, darauf die schadhaften Pfeiler zu entfernen und zwischen den von den Capitellschichten bis zur Sohle der Fundamente reichenden Abstützvorrichtungen neue tragfähige, ganz aus Sandsteinquadern zu errichtende Pfeiler aufzubauen. Vergleichende Berechnungen bestätigten die Richtigkeit der Vermuthung, dafs dieses Verfahren das weniger kostspielige sei. Es ist nicht neu, weil es aber im Dom zu Bremen unter besonders schwierigen Verhältnissen durchgeführt werden mufste, so verlohnt es sich, die Bauarbeit näher zu beschreiben.

Die alten Vierungspfeiler umschlossen einen Theil der von Bezelin angelegten Ostkrypta, deren Fufsboden 3 m unter dem der Kirche liegt. Noch etwa 0,3 m tiefer reichten ihre Fundamente hinab. Die Höhe der Pfeiler, von der Säule bis zur Oberkante der Capitelle gemessen, betrug 15,10 m.

Die Grundrifsform der neuen Pfeiler war in den unteren Theilen durch die noch vorhandenen zum bezelinschen Bau gehörenden Reste, in den oberen durch die Form der im dreizehnten Jahrhundert hergestellten Capitellschichten und neu hinzugefügten Dienste gegeben (Text-Abb. 2). Ihre Sohle wurde in einer Tiefe von 1,50 m unter dem Kryptafufsboden angenommen, und die Gröfse der untersten Fundamentfläche so bemessen, dafs die Bodenpressung das Mafs von 3 kg/qcm nicht überstieg. Dafs ein Theil der Belastung von den Aufsenmauern der Kirche und der Krypta aufgenommen und auf den Sand übertragen wird, ist bei dieser Ermittlung nicht berücksichtigt worden, weil neue, schwer belastete Mauern die Neigung zeigen, sich von weniger beanspruchten alten Bautheilen abzulösen.

Abb. 2. Nordwestlicher Vierungspfeiler, Blick nach Norden.

Nachdem der Osttheil der Kirche durch eine dichte Scheidewand von dem übrigen Raum, der gottesdienstlichen Zwecken dienen sollte, abgetrennt war, begannen die Bauarbeiten im Jahre 1895 mit dem Ausheben von Gruben, die die Pfeilerfundamente bis zur Sohle freilegten. Grofse Mühe verursachte hierbei das Absteifen der Erdwände, denn der trockene Sand der Domdüne ist aufserordentlich leicht beweglich, er rieselt selbst durch kleine Astlöcher und schmale Brettspalten. Nur bei den westlichen Pfeilern war es möglich, allerdings erst nach Beseitigung der hinderlichen Theile der Krypta, die Grundmauern in ihrer ganzen Höhe ringsum frei zu legen, bei den östlichen, eingebundenen, verbot sich dieses Verfahren, denn an den Ecken empfahl es sich, die Kirchenmauern möglichst zu schonen. Höhe und Weite aller Durchbrechungen wurden daher äufserst knapp bemessen, und für die Erd- und Mauerarbeiten blieb nur wenig Raum. Schwierige Abstützungen des Erdreiches und Unterfangungen brachte schon dieser vorbereitende Theil der Arbeiten mit sich.

Wie schon bemerkt wurde, stehen die westlichen Pfeiler oberhalb des Chorfufsbodens frei, während die östlichen in die Umfassungsmauern der Kirche eingebunden sind (Text-Abb. 1). Es leuchtet daher wohl ein, dafs bei den ferneren Abstützungen nicht dasselbe Verfahren bei sämtlichen Pfeilern zur Anwendung kommen konnte. Um nun die Darstellung nicht zu verwirren, so seien in dem Folgenden nur die bei dem nordwestlichen Pfeiler ausgeführten Arbeiten beschrieben. Als hier die Grundmauer freigelegt war, galt es einen festen Grund für starke Unterstützungen zu schaffen, die die Last der Capitelle aufzunehmen geeignet waren. Zu diesem Behufe sind unmittelbar an den vier Seiten des Fundaments 1,80 m tiefe Gräben ausgehoben worden, die mit Klinkermauerwerk in Cement gefüllt wurden. Dafs dies nur stückweise, unter sorgfältigster Herstellung von dichten Absteifungen, geschehen konnte, bedarf kaum der Erwähnung. Der unter der alten Sohle befindliche 1,20 m hohe Erdkern war nun ganz von Mauern eingeschlossen (Text-Abb. 3). An seine Stelle sollte später festes Mauerwerk treten, es mufsten daher an den dem Kerne zugewandten inneren Flächen der umschliefsenden Mauern Verzahnungen angelegt werden. Durch zwei Roste gewalzter Träger, von denen die inneren den Erdkern berührten, hoffte man die zu verschiedenen Zeiten ausgeführten Mauern fest mit einander zu verbinden und sie zu einer einzigen Platte zu vereinigen. Aufserhalb der Kryptamauern konnten die Fundamente ohne Hindernifs mit allmählicher Verbreiterung nach unten angelegt werden, nicht so innerhalb der Krypta. Hier lag, weil der Raum frei bleiben mufste, eine der den Kern umschliefsenden Mauern frei unter dem Fufsboden. Durch jene Träger wurde ein Theil der Last des Pfeilers auf sie übertragen.

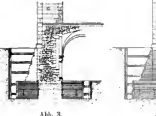


Abb. 3. Nach Herstellung der den Erdkern umschliefsenden Mauern.

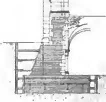


Abb. 4. Nach Vollendung des Fundamentes.

Nordwestlicher Vierungspfeiler.

Auf den vier Fundamentmauern konnte nun die aus bestem Kiefernholz hergestellte Unterzimmerung aufgebaut werden (Abb. 1 bis 4 Bl. 43). Sie bestand aus einem 12,10 m hohen unteren und einem 4,30 m hohen oberen Geschosse. Auf ihren Holmen sollten gewalzte Träger ruhen, auf die es die Lasten der Capitellschichten und der Gewölbestücke zu übertragen galt. Die Unterfangung der letzteren ist jedoch nicht zur Ausführung gekommen, weil ihre Ausmauerung sich als zu locker erwies. Auf dem oberen Geschosse waren niedrige Böcke zur Aufnahme der Auszimmerungen der grofsen Vierungsbögen, der auf die westlichen Pfeiler sich stützenden Arcadenbögen des Mittelschiffes und anderer Bögen angeordnet. Das Zusammenpressen des Holzes verhüteten an den Füfsen und Köpfen der den Druck der gewalzten Träger aufnehmenden schrägen Streben eingeschaltete gufseiserne Schuhe. Man hatte auch die Vorsicht gebraucht, die Capitellschichten bei sämtlichen Pfeilern durch mit Schrauben anziehbare Balken- und Bohlenschlösser so fest zusammen zu pressen, dafs ein Ausweichen der Quadern unmöglich schien. Nebenher sind viele andere Absteifungen eingebaut, die zu erwähnen oder im Bilde darzustellen hier zu weit führen würde. Auf den Holmen des unteren Geschosses der Unterzimmerung wurden nun zu beiden Seiten des Pfeilers, in der Richtung der Diagonale des Grundrifsquadrates, je zwei gewalzte Träger

von 0,5 m Höhe verlegt und über ihnen, sie kreuzend, vier gewalzte Träger von derselben Stärke. Diese sind der Reihe nach, sobald für einen jeden ein entsprechend grofser Canal durch den Pfeiler gebrochen war, eingezogen, auf den Oberflanschen mit Cementbrei belegt und gegen das Unterlager der beizubehaltenden Quaderschicht geprefst worden. Um das Anpressen zu ermöglichen, wurden sie beiderseits auf Lochschrauben von 7 cm Spindelstärke gelagert, die auf den eichenen Schwellen der erwähnten unteren Träger ruhten. Diese Schrauben, für jeden Träger zwei, für den Pfeiler daher acht, sind mehrmals angezogen worden, sodafs sie schliefslich die gesamte Last der Capitellschichten auf die Unterzimmerung übertrugen. Mehrmals wurde es im Laufe der nächsten Monate nothwendig, die ganze Stützvorrichtung durch Drehen der Schrauben anzuspannen, denn sowohl frisches Mauerwerk als auch Holzwerk ist dem Schwinden unterworfen.

Nach dem Anziehen der Schrauben konnte endlich mit dem Abbruch der unter dem oberen Trägerrost liegenden, jetzt nicht mehr belasteten Quaderschichten begonnen werden. Bald wurde die letzte Fundamentschicht erreicht, der von den bereits vor mehreren Monaten hergestellten Mauern umschlossene Erdkern ausgehoben, und der so geschaffene Raum mit Mauerwerk ausgefüllt. Hiermit war die unterste Fundamentplatte, ein von acht Trägern durchzogener Mauerkörper von 5,50 m Länge, gleicher Breite und 1,20 m Höhe fertig gestellt (Text-Abb. 4). An dieser Stelle sei erwähnt, dafs die Erdwände der Abgrabungen zunächst gegen die alten Pfeiler abgestützt waren. Als diese beseitigt wurden, und wiederum, als das Mauerwerk des neuen Pfeilers aufstieg, mufsten die Stützhölzer verlegt werden, denn die Baugruben blieben offen, solange die Unterzimmerungen standen.

Die Ausführung des Fundamentmauerwerkes ging schnell von statten, auch die Aufmauerung der Pfeiler bot keine Schwierigkeiten. Oberhalb des Kirchenfufsbodens sind diese ganz aus Obernkirchener Sandsteinquadern errichtet. Als die Schichten die Unterflansche des oberen Trägerrostes erreicht hatten, wurde einer der äufseren Träger nach Lockerung der ihn tragenden Schrauben entfernt, die Lücke wurde mit Quadern geschlossen. Dasselbe Verfahren wiederholte sich bei den übrigen Trägern der Reihe nach, bis die ganze Schicht vollendet war. Bei der Gröfse der Pfeiler wäre es kaum möglich gewesen, gröfsere Sandsteinstücke ordentlich an das unregelmäfsige Unterlager der Capitellschicht anzupassen und gut zu vergiefsen. Die Quadern der letzten den Trägerrost ersetzenden Schicht wurden daher mit Klinkern in Cementmörtel hintermauert. Nach der Vollendung dieser Schicht konnten nun die Bogenunterzimmerungen der Reihe nach beseitigt, und die grofsen Stützgerüste abgebrochen, darauf die beim Beginn der Arbeiten durchbrochenen Gewölbe und Mauern der Krypta wieder hergestellt, und die vielen Durchbrechungen der Chor- und Querschiffsmauern geschlossen werden. Auch die beim Abbruche der alten Pfeiler gefallenen Bögen wurden wieder eingezogen, die Baugruben zugeworfen, oder, wo dies zur festen Einspannung der Pfeilerfundamente nothwendig erschien, durch unterirdisches Mauerwerk ausgefüllt. Der nordwestliche Vierungspfeiler ist zugleich mit dem ihm diagonal gegenüber liegenden an der Südostecke entfernt worden, später wurde der südwestliche niedergelegt, zuletzt der nordöstliche. In derselben Reihenfolge wurden die Pfeiler wieder neu aufgemauert.

Die schwierigste Arbeit, die Herstellung von festen unverrückbaren Füfsen für den neuen Vierungsthurm, war hiermit in der Hauptsache gethan und, da nennenswerthe Risse in den unterfangenen Mauern, Bögen und Gewölben sich nicht gebildet hatten, glücklich vollendet. Es galt jetzt, den Thurm aufzuführen. Hierzu bedurfte es noch geringer Vorbereitungen, denn es zeigte sich, dafs die Gewölbesäcke mit Schutt und sehr lockerem Mauerwerk gefüllt waren. Diese mufsten bis auf die Pfeilercapitelle, deren lose Hintermauerung bei dieser Gelegenheit entfernt werden konnte, ausgeräumt und mit festen Klinkern in Kalkcementmörtel wieder ausgefüllt werden. Auf das Füllmauerwerk stützen sich die neuen starken Tragebögen des Vierungsthurmes. Sie erheben sich lothrecht über den alten Bögen, berühren diese jedoch nur am Widerlager und sind steiler angelegt, sodafs zwischen beiden ein erst kurz vor der Vollendung des Thurmes mit Mauerwerk geschlossener Raum blieb. Die Verblendung des Vierungsthurmes besteht aus Sandsteinen vom Süntel und aus Portasandsteinen, Unterbau und Hintermauerung sind dagegen aus Ziegelsteinen hergestellt.

Die geschilderte Art der Erneuerung der Pfeiler hat der verstorbene Dombaumeister Salzmann erdacht und begonnen. Salzmann starb im Jahre 1897, als zwei Pfeiler erneuert waren. Die Arbeiten wurden darauf von dem Unterzeichneten fertgeführt und im Jahre 1899 vollendet.

Bremen, im Januar 1900.

E. Ehrhardt, Königl. Landbauinspector.

Der neuere protestantische Kirchenbau in England.

Von H. Muthesius in London.

(Mit Abbildungen auf Blatt 44 bis 46 im Atlas.)

(Fortsetzung statt Schlufs.)

Der Kirchenbau der Englischen Secten.

Irrthümliche Auffassung über die Anzahl der Secten.

Ueber die Anzahl der in England bestehenden Secten hat man sich lange Zeit hindurch in starkem Irrthum befunden. Schon Voltaire, der um die Mitte des vorigen Jahrhunderts nach mehrjährigem Aufenthalte im britischen Inselreiche das geflügelte Wort in die Welt setzte: England habe hundert und zwanzig Secten, aber nur eine einzige Sauce — ein Witz, mit dem er übrigens treffend zwei hervorstechende englische Eigenschaften, die religiöse Meinungsfreiheit und die bäuerische Einfachheit der Sitten kennzeichnete —, erging sich in einer Uebertreibung über die religiösen Spaltungen in England, die zu den thatsächlichen Verhältnissen

in starkem Widerspruch stand. Mit den laufenden Jahrzehnten schwoll die angebliche Zahl der Secten, ganz besonders im Munde ihrer Gegner, immer mehr an, bis man schliefslich bis nahe an die drei Hundert gekommen war. Die „Vielköpfigkeit der Secten" war sprichwörtlich geworden. Da veröffentlichte 1896 der Herausgeber der freikirchlichen Zeitschrift „The Liberator", Howard Evans, eine Untersuchung über die Zahl der freien Religionsgemeinschaften in England, die das merkwürdige Ergebnifs hatte, dafs unter ihrer Beleuchtung die Zahl der wirklich bestehenden Secten sofort auf etwa ein Sechstel der obigen Angaben zusammenschmolz. Die englischen Kalender, die Jahr für Jahr ihre „Liste der Secten" brachten, hatten zuletzt 283 genannt. Der Irrthum war dadurch entstanden, dafs die letztere Zahl dem amtlichen Register über diejenigen Gesellschaften entnommen war, die jemals den gesetzlichen Schutz für die Religionsausübung in ihren Versammlungshäusern nachgesucht hatten. Die Zahl enthielt demgemäfs aber nicht nur sehr viele Wiederholungen derselben Secte, sondern auch alle ausländischen, in England vertretenen kirchlichen Vereinigungen, eine Anzahl politischer, spiritistischer und anderer Vereine, ja sogar sämtliche inzwischen wieder eingegangenen Secten, deren Streichung auf der Liste, weil gesetzlich keine Abmeldung, sondern nur eine Anmeldung vorgeschrieben war, von Anbeginn grundsätzlich unterblieben war. Die Kritik stellte unwiderleglich fest, dafs die Anzahl der jetzt in Grofsbritannien bestehenden Secten unter 50 beträgt, und H. Evans ist sogar der Ansicht, dafs, England und Wales allein in Betracht gezogen, ausserhalb der englischen Staats- und der römisch-katholischen Kirche überhaupt nur etwa zwanzig Religionsgemeinschaften zusammenzubringen sein dürften, und er stellt dabei fest, dafs diese heute, mit Ausnahme von zwei oder drei, unter sich einiger und sich weit ähnlicher sind, als die Parteischattirungen der englischen Staatskirche selber. Die Evanssche Kritik hat sofort den Erfolg gehabt, dafs die „Liste der Secten" aus den englischen Jahrbüchern verschwand, und es bleibt also auch für uns nichts anderes übrig, als die darauf gegründeten Angaben unseres festländischen Schriftthums zu streichen. Nicht eine „nach Hunderten zählende Vielheit von sich gegenseitig bekämpfenden Secten" tritt uns heute in den nichtstaatlichen Religionsgemeinschaften Englands entgegen, sondern eine in ihren wesentlichen Bestandtheilen geeinte, der Staatskirche an Zahl und Bedeutung gleichkommende, wenn nicht sie überwiegende, mächtige und religionskräftige Freikirche, die unseren deutsch-protestantischen Anschauungen unendlich viel näher steht, als die in ihrem Wesen immer mehr romanisirende, mit Verachtung auf das Werk der Reformation hinblickende englische Staatskirche. Durch die Art, wie diese Freikirchen durch rein persönliche Opfer des Einzelnen nicht nur sich selbst aufrecht erhalten, sondern auch eine allgemeine Wohlthätigkeit der weitgreifendsten Art üben, verdienen sie sogar unsere ungetheilte Bewunderung.

1. Geschichtliches.

Die Reformation in England.

Der Satz, dafs die Bildung von kirchlichen Abspaltungen immer auf offenbare Mängel in der Hauptkirche schliefsen lasse, findet in der englischen Reformationsgeschichte eine merkwürdige Bestätigung. Die sogenannte Reformation in England war von Anfang an eine halbe Sache, an die keiner der englischen Könige mit irgend welcher Freude herantrat. Sie bildete lediglich einen Punkt im politischen Programm der Herrscher. Heinrich VIII., unter dem die Trennung von Rom eintrat, war ein grofser persönlicher Feind Luthers, er führte nach wie vor seiner Lossagung vom Papst den als Belohnung für eine Kampfschrift gegen Luther erhaltenen päpstlichen Ehrentitel „Vertheidiger des Glaubens". Nachdem er seine Taschen mit Hülfe der Säcularisation der Kirchengüter reichlich gefüllt hatte, liefs er gleichzeitig Katholiken und Protestanten auf dem Scheiterhaufen verbrennen, die ersteren, weil sie seine kirchliche Oberhoheit anzweifelten, die letzteren, weil sie die päpstlichen Lehren verurtheilten. So blieb es erst der Regierung Eduard VI. vorbehalten, eine Art reformatorischer Klärung durch den Erzbischof Cranmer herbeiführen zu sehen. Während der Knabe Eduard (er regierte nur von seinem 10. bis zu seinem 16. Jahre) auf dem Throne safs, drückte er sein königliches Siegel unter ein englisches Gebetbuch, unter 42 Glaubenssätze und die englische Bibel Cranmers, die, beiläufig bemerkt, das Wort *ecclesia* durchweg mit *congregation* und nicht mit *church* übersetzte und damit deutlich die beabsichtigte Bedeutung der Gemeinde in der neuen Verfassung kennzeichnete (aber schon Jacob I. liefs *congregation* austilgen und *church* einsetzen, das die heutige englische Bibel aufweist). Im übrigen gab es schon unter dieser kurzen Regierung protestantische Märtyrer, die sich dem Beibehalt von bunten Priesterkleidern und anderem römischen Beiwerk widersetzten.

Reaction unter Maria I.

Kaum war Eduard todt, so loderten schon wieder die Scheiterhaufenfeuer der wüthenden Romgängerin Maria I. auf, die in Durchführung einer streng katholischen Reaction jeden verbrennen liefs, der die Oberhoheit des Papstes öffentlich leugnete. Während ihrer kurzen Regierung von fünf Jahren starben 400 Personen auf dem Scheiterhaufen, Tausende lagen im Kerker und die ersten Religionsauswanderungen nach Deutschland und der Schweiz begannen. Die Geschichte hat diese Monarchin mit dem Beinamen die Blutige belohnt, ein seltsames Beiwort für eine Frau, das in England noch niedriger klingt als bei uns, weil es zum gemeinsten Fluchwort der untersten Schichten geworden ist.

Der Compromifs Elisabeths und die ersten Abspaltungen.

Die wirkliche Festsetzung der Grundsätze der nachreformatorischen Kirchenverfassung in England geschah erst unter der Königin Elisabeth. Macaulay bezeichnet das, was sie erstrebte, als einen Compromifs zwischen Protestantismus und Katholicismus, den sie für politisch klug hielt in einer Zeit, da die Thronfolge zweifelhaft war und ein grofser Theil der Bevölkerung stark römische Neigungen hatte. Sie setzte beim Parlament die Annahme des Allgemeinen Gebetbuches und einer Uniformitätsacte durch, durch welche ein streng einheitlicher, mit vielen katholischen Bestandtheilen untermischter Gottesdienst festgesetzt und jedem Geistlichen bei Verlust seiner Stelle aufgezwungen wurde. Hiermit war in die schwankenden Verhältnisse ein fester Punkt gesetzt, aber ein solcher, gegen den die Gesinnung der freier denkenden Protestanten nothwendigerweise anstofsen mufste. Schon jetzt spalteten sich die ersten Andersgläubigen ab. Weil sie ihren Gottesdienst nicht mit dem Gebetbuch übereinstimmend einrichten wollten, wurden sie Nonconformisten genannt, ein Ausdruck, der sich für die Gemeinschaft aller Secten bis auf

den heutigen Tag erhalten hat. Diese Nonconformisten oder „Separatisten" erkannten die bischöfliche Oberhoheit nicht an und bildeten den Grundstock der späteren Sectenentwicklung, viele wanderten aus, namentlich nach America. Deutlich traten damals schon die später kräftig sich entfaltenden Congregationalisten (Independenten) hervor, die sich unter Robert Brown zu Gemeinden zusammenthaten, aber verfolgt wurden und flüchten mufsten. In Holland wurden sie durch John Robinson gesammelt, ein Theil kehrte nach England zurück, sobald dort bessere Zeiten für sie eintraten, ein anderer Theil wanderte auf Robinsons Rath 1619 nach America aus, wo sie, später durch zahlreiche Nachzügler verstärkt, eine grofse Zahl von Ansiedlungen, wie Boston, Salem usw. gründeten. Inzwischen war noch eine andere Partei emporgewachsen, welche sich der Calvinschen Glaubensanschauung zugewandt hatte und die Oberhoheit der Bischöfe ebensosehr leugnete, wie es die Separatisten thaten, aber doch sich zu einer endgültigen Loslösung von der Landeskirche noch nicht entschliefsen konnte. Es war die in der Folge so wichtige Partei der presbyterianischen Puritaner. Ihr Verbleiben in der Staatskirche setzte sie in einen frühen Gegensatz zu den freireligiösen Andersdenkenden, ein Gegensatz, der sich erst viel später glättete und einem Zustand der Verbrüderung, wie er jetzt vorliegt, Platz machte. Die Wiege des Presbyterianismus ist Schottland, der Vater desselben John Knox, der während seines Fluchtaufenthaltes in Genf Calvin nahe gestanden hatte und dessen Lehre 1560 in Schottland einführte.


Religionskämpfe im siebzehnten Jahrhundert. Cromwell.

Das siebzehnte Jahrhundert ist auch in der englischen Geschichte das Jahrhundert heftigster religiöser Parteikämpfe, die sich hier zwischen Katholiken, Anglicanisch-Bischöflichen, Presbyterianern und Independenten abspielten und der ganzen englischen Politik ihr Gepräge gaben. Jakob I. verfolgte Puritaner wie Katholiken, Karl I., der Gemahl einer katholischen Königin, ging mit dem versteckten Plane um, die anglicanische Kirche wieder mit der römischen zu vereinigen. Religionsverfolgungen und die drückendste rechtliche Willkür riefen den Bürgerkrieg hervor, dem Karl auf dem Schaffot sein Haupt opfern mufste und aus dem der Protector Cromwell, ein Independent, als Vertreter der neu erklärten englischen Republik hervorging. Der Dichter Milton, ebenfalls ein Independent, war sein Freund und erster Rathgeber. Die Zeit der religiösen Freiheit schien gekommen, eine presbyterianische Kirchenregierung wurde eingerichtet, und dabei jede Abweichung von ihr geduldet. In der Westminsterabtei durften Independenten predigen, und der berühmte congregationalistische Prediger William Strong wurde, als er unter Cromwells Protectorat starb, in diesem Nationalheiligthum bestattet — freilich nur, um bald wieder daraus entfernt zu werden. Nach zehnjähriger Dauer brach die Republik zusammen, als der siegreiche General Monk den Sohn des enthaupteten Königs als Karl II. über die schottische Grenze nach England einführte. Neue Verfolgungen der Freireligiösen kamen an die Tagesordnung, die Uniformitätsacte von 1662 schrieb wiederum die strengste Einheitlichkeit in der Abhaltung des Gottesdienstes vor und nöthigte zwei Tausend freireligiöse Prediger zum Austritt. Acht Tausend in Religionssachen Verfolgte sollen unter Karl II. im Gefängnifs verstorben sein.

Wilhelm von Oranien. Die Duldungsacte.

Fast noch schlimmer verfuhr sein ihm folgender Bruder Jakob II. Die verheimlichten Pläne einer katholischen Reaction Karls nahm Jakob öffentlich auf und setzte so Anglicanische wie Freireligiöse in gleicher Weise in Schrecken — wodurch er übrigens für eine kurze Zeit das Zusammenwirken beider herbeiführte —, bis er in Schimpf und Schande vertrieben wurde. Wilhelm von Oranien landete, von den protestantischen Parteien aus den Niederlanden herbeigerufen, in England und bestieg unter den günstigen Anzeichen eines neuen freieren Zeitalters als Wilhelm III. den englischen Thron. Kurz nach seiner Krönung unterschrieb er die sogenannte Duldungsacte (*Act of Toleration*), die in jeder Beziehung einen neuen Entwicklungsabschnitt in der Religionsgeschichte Englands bezeichnet. Sie gewährte nicht nur Duldung, sie gewährte gesetzlichen Schutz. Niemand durfte jetzt mehr den Gottesdienst einer freireligiösen Gemeinde unterbrechen, nachdem sie das Haus, in welchem sie ihren Gottesdienst ausübte, gesetzlich hatte eintragen lassen. Von hier an schreibt sich die ruhige, aber stetig vorwärtsschreitende Entwicklung der englischen freien Religionsgesellschaften her. Von hier an schreibt sich auch die Errichtung selbständiger Secten-Gotteshäuser her, die unter den früheren Zuständen undenkbar gewesen wären.

Anna.

Aber noch war nicht alle Gefahr für die freien Religionsgemeinschaften beseitigt. Die letzte Stuartin, Anna, brachte all die herrschsüchtigen Gelüste und all die katholischen Neigungen noch einmal auf den englischen Thron, die ihrem unglücklichen Herrscherhause stets eigenthümlich gewesen waren. Unter ihrer zwölfjährigen Regierung wurde alles versucht, was an reactionären Mafsregeln noch möglich war. Ausschreitungen gegen die Secten geschahen unter den Augen des Gesetzes. Lord Bolingbroke brachte mit einer Mehrheit von zwei Stimmen ein Gesetz im Parlament durch, das, wenn es zur Ausführung gekommen wäre, einen heftigen Schlag gegen die Freireligiösen bedeutet haben würde, es war die Schisma-Acte, welche die Schliefsung aller im freireligiösen Sinne geleiteten Schulen und Erziehungsanstalten bezweckte. Er erlangte damit ohne Schwierigkeit die Genehmigung der Königin. Vergebens brachten die drei gröfsten Secten, Congregationalisten, Baptisten und Presbyterianer, denen damals zusammen bereits etwa der fünfte Theil der Gesamtbevölkerung angehörte, eine vereinigte Bittschrift an die Königin ein; das Gesetz sollte am 1. August 1714 in Kraft treten — da starb am selben Tage die Monarchin, mit ihr erlosch das Haus Stuart und mit ihr fiel der letzte Schlag in sich zusammen, der in Form von gesetzlichen Eingriffen gegen die Freireligiösen unternommen werden sollte. Die hannoverschen George, die jetzt den englischen Thron bestiegen, waren nichts weniger als religiöse Fanatiker, sie gewährten den Secten volle Entwicklungsfreiheit.

Die Secten unter den Georgen. Der Methodismus.

Zum Theil infolge dieser Freiheit, zum Theil aber auch infolge einer immer sichtbarer werdenden Verflachung der Kirchlichkeit und der inneren religiösen Gesinnung der Staatskirchlichen setzte von diesem Zeitpunkte an ein neues Leben der Freikirchen ein. Die auffallendste Erscheinung in der Secten-Geschichte des 18. Jahrhunderts ist die Ausbreitung des Methodismus. Wie bei allen Sectenbildungen, ging die Bewegung zuerst in der Mutterkirche vor sich, sie bezweckte eine Auffrischung des Lebens derselben, keineswegs einen

Angriff auf diese. Erst die Unduldsamkeit der Priester der Mutterkirche stiefs die Umgestalter aus und zwang sie, eine selbständige Religionsgemeinschaft zu gründen. Wesley und Whitefield, die beiden Begründer des Methodismus, waren Geistliche der Staatskirche. Ihr unbezwinglicher Drang zu predigen und für das Seelenheil ihrer Mitmenschen zu sorgen, ihre beredten Aufforderungen zum Beten, zum Sündenbekenntnifs und zur Bekehrung, schliefslich der ungemeine Erfolg ihrer Predigten und die Gährung, die sie im Volksgewissen hervorriefen, setzten sie in Feindschaft zu der bischöflichen Kirche, die ihnen ihre Kanzeln verbot. Von da an begannen die Predigten auf freiem Felde mit einem ungeheuren Zulauf des Volkes, oft vor 20, 30, ja 50000 Zuhörern, Predigten, die einen hinreifsenden Eindruck auf die Menge machten und Tausende unter Schluchzen und Weinen der Bekehrung entgegenführten. Die Methodisten entwickelten die Bedeutung der Predigt bis zur äufsersten Schärfe. Die Predigt, verbunden mit guten Werken, war für sie die Religion, ihre Führer waren die gewaltigsten Redner, die je gelebt haben. Von da an schreibt sich die Errichtung jener grofsen Predigthäuser her, die man Tabernakel nannte, eines der ersten derselben war das 1756 errichtete Tabernakel in Tottenham Court Road in London, wo Whitefield seine berühmten Predigten hielt, die dem Hause den Volksnamen „die Seelenfalle" einbrachten. Die Methodistenbewegung hatte so sehr eingeschlagen, dafs bei Wesleys Tode 1791 die Methodistensecte gegen 80000 Anhänger aufwies und über eine ansehnliche Zahl von Capellen, Predigerhäusern, Schulen und Waisenhäusern, sowie über zwei Bildungsanstalten für methodistische Geistliche verfügte. Die Entwicklung schritt nach dem Tode der Führer im Sturmschritt weiter und machte diese Secte bald zur gröfsten der Welt. Im Jahre 1891 wurde in Washington verkündet, dafs die Gesamtzahl der über die ganze Erde verbreiteten Anhänger über 30 Millionen betrage, eine Zahl, deren Richtigkeit freilich angezweifelt worden ist.

Weitere den Secten gewährte Freiheiten. Aufhebung der Testacte.

Mit den Erfolgen der Methodisten kann sich zwar die Entwicklung der anderen freien Religionsgemeinschaften im 18. Jahrhundert nicht messen, indessen ist auch bei ihnen, nachdem mit der Thronbesteigung des hannoverschen Herrscherhauses der staatliche Widerstand gegen ihr Bestehen im wesentlichen gebrochen war, ein kräftiges Weitergedeihen zu bemerken. Freilich war die ihnen durch die Duldungsacte von 1689 gewährte Freiheit vorerst nur noch eine beschränkte. Vor allem stand noch ein Gesetz im Wege, auf dessen Beseitigung von da an das Streben jedes Freireligiösen gerichtet sein mufste, es war die Testacte, welche von jedem, der ein öffentliches Staats- oder Gemeindeamt bekleidete, sowie von jedem Mitglied des Parlamentes verlangte, dafs er aufser dem üblichen Staatseide auch noch eine Erklärung abgebe, das heilige Abendmahl in der englischen Staatskirche zu nehmen. Dieses Gesetz wurde nach grofsen Anstrengungen der Freireligiösen erst 1828 aufgehoben (die Katholiken-Emancipationsacte folgte 1829). Ein weiteres Zugeständnifs an die Freikirchen war das 1837 gegebene Gesetz, dafs die Eintragung von Geburten und Heirathen auch in den Sectenkirchen erfolgen könne; vorher hatten sich die Freikirchlichen zu solchen Zwecken an die Landeskirche wenden müssen. In ähnlicher Weise konnten bis 1852 freikirchliche Todte auf den staatskirchlichen Friedhöfen nur gegen eine beträchtliche Gebühr und durch einen Staatsgeistlichen begraben werden, während von da an ein Theil der Friedhöfe den Secten bedingungslos freigegeben wurde. 1854 wurde das wichtige Zugeständnifs gemacht, dafs freikirchliche Studirende auf die alte Landesuniversität Oxford zugelassen wurden, Cambridge folgte dem so gegebenen Beispiele zwei Jahre später. Von 1871 und 1882 an konnten Freikirchliche auch in Besitz der reichlichen Pfründen und Stipendien gelangen, die diese Universitäten vertheilen, sie können heute jeden beliebigen Grad dort erwerben mit alleiniger Ausnahme derjenigen der Theologie. Sie haben im übrigen seit einer Reihe von Jahren ein eigenes Institut für freikirchliche Theologie in Oxford, nämlich Mansfield College, während in Cambridge seit einigen Jahren eine Facultät für presbyterianische Theologie gegründet worden ist. Einen grofsen Schritt vorwärts bedeutete für die Secten schliefslich die Befreiung von der staatlichen Kirchensteuer, die bis 1868 von ihnen erhoben wurde, obgleich sie ihre eigenen, staatlich als solche anerkannten und geschützten Gotteshäuser hatten und für die Besoldung der dort bestallten Geistlichkeit aus eigenen Mitteln aufkommen mufsten.

Das letzte Freiheitsziel der Secten.

Das Ziel und der letzte Schritt zur völligen Freiheit der nichtstaatlichen Religionsgemeinschaften ist in England die Entstaatlichung der Landeskirche, deren Herbeiführung sich die seit 1844 bestehende „Gesellschaft zur Befreiung der Religion von Staatsschutz und Staatsaufsicht" (kurz Liberation Society genannt) zum Ziele gesetzt hat. Man verlangt die Behandlung aller Religionsgemeinschaften nach denselben Grundsätzen und sieht in der Zuwendung von Staatsmitteln an eine einzige derselben ein Unrecht. Mit der Loslösung der Landeskirche vom Staate wäre natürlich auch eine Entziehung der ungeheuren Pfründen, in deren Besitz sich heute die bischöfliche Kirche befindet, verbunden, und man würde die gleiche Vertheilung des staatskirchlichen Vermögens auf alle Religionsgemeinschaften voraussetzen. Obwohl bei der ziemlich oligarchischen Zusammensetzung der in England gesetzlich beschliefsenden Körperschaften die Verwirklichung dieses Zieles noch einige Zeit auf sich warten lassen wird, so mufs man bei Anbetracht der Verhältnisse dem Verlangen doch seine Berechtigung zugestehen, zum allermindesten in Ländern wie Wales, wo nur ein Sechstel der Bevölkerung der Staatskirche, und in Schottland, wo nicht mehr als ein Bruchtheil, der nach verschiedenen Angaben zwischen einem Drittel und der Hälfte der Einwohner schwankt, der staatlichen presbyterianischen Kirche angehört. Auch in dem engeren England zählt die Staatskirche heute kaum noch die Hälfte der Bevölkerung, hier stehen jedoch den Befreiungslüsternen die durch politischen Einflufs, Reichthum und Stellung mächtigen Hochkirchlichen gegenüber, und eine besondere Gesellschaft, der „Kirchen-Vertheidigungs-Verein", arbeitet der „Befreiungsgesellschaft" mit allen Mitteln entgegen.

Einigungsbestrebungen der Secten.

Gerade die zur Erlangung ihrer Befreiung, Anerkennung und Gleichberechtigung nothwendig gewesenen Kämpfe sind für die Freikirchen ein Mittel zur Einigung und Erstarkung gewesen. Gemeinsames Vorgehen allein konnte hier fruchtbringend wirken. Ein solches war schon im 17. Jahrhundert zur Zeit der Revolution unter den drei gröfsten Secten, den Presbyterianern, Independenten und Baptisten, eingeführt, und 1727 wurde dem Bündnifs dieser drei Secten durch Grün-

dung der „Hauptkörperschaft“ (General Body) feste Gestalt gegeben, in welcher Form es heute noch besteht, ohne indes wesentlich anders in Thätigkeit zu treten, als wenn etwa gesetzliche Aenderungen in Frage kommen. Näher wurden die Secten schon durch die verschiedenen menschenfreundlichen Bestrebungen zusammengebracht, deren Träger gerade die Freikirchen seit der letzten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts geworden sind. Die thatkräftige Zusammenschlieſsung aller Independenten zu der „Congregationalen Union von England und Wales“ 1831, die durch die Errichtung eines mächtigen Gebäudes im Mittelpunkt Londons (der Memorial Hall) auch äuſserlich hervorragend gekennzeichnet ist, die Gründung der „Evangelischen Alliance“ 1846, des „Vereinigten Nonconformisten-Ausschusses“ und eine Reihe ähnlicher Vereinigungen sowie schlieſslich die seit 1890 zusammentretenden freikirchlichen Congresse, die nach dem Muster der staatskirchlichen Congresse abgehalten werden, sind Marksteine in der vor sich gehenden Entwicklung der Einigung aller wesentlichen englischen Secten. Man denkt bereits daran, eine vollständige Organisation in der Weise einzuführen, daſs jede Stadt ihren freikirchlichen Ausschuſs zur gemeinsamen Führung der Geschäfte aller am Platze bestehenden Secten hat, daſs diese Ausschüsse provinzenweise zu einem Hauptkörper vereinigt werden, und daſs eine Landescentralbehörde die Spitze des ganzen Freikirchenthums bilden soll.

Oeffentliche Bedeutung der Secten.

Eine solche äuſserliche Machtstellung würde nur der Bedeutung entsprechen, die das Freikirchenthum im öffentlichen, geistigen und sittlichen Leben Englands heute schon hat. In allen Bewegungen des Tages spricht das Sectenwesen als eine wichtige Stimme mit, ja viele der groſsen Menschlichkeitsbestrebungen, die in England in den letzten 150 Jahren entsprangen, gingen unmittelbar von den Secten aus. Dahin gehört die Bewegung gegen die Sclaverei, deren Hervorrufer und deren Rückgrat die Quäker waren; sie entnahm gerade aus der Reihe der Freireligiösen ihre Vorkämpfer. Aehnlich verhält es sich mit der Tractatgesellschaft, die auf freikirchlicher Grundlage entsprang. Einen sehr wesentlichen Antheil hatten die Secten an der 1804 erfolgten Gründung der Bibelgesellschaft, der 1834 gegründeten Londoner Stadtmission und an anderen bedeutenden Unternehmungen zum Wohle der Menschheit. Eine wesentliche Rolle spielte das Freikirchenthum in den Volksschulunterrichtsbestrebungen, die in England die ersten drei Viertel des neunzehnten Jahrhunderts ausfüllten, ehe das Volksschulwesen durch das Gesetz von 1870 staatlich geregelt wurde. An den in der ersten Hälfte des Jahrhunderts gegründeten Privatvolksschulen hatten wieder die Quäker einen groſsen Antheil, so sehr, daſs die Staatskirche fast mit neidischen Augen auf deren Erfolge sah. Die mannigfachen Versuche der staatlichen Unterstützung des Unterrichts, die seit dem Regierungsantritt der Königin Victoria gemacht wurden und schlieſslich in Forsters Volksschulgesetz ihre dauernde Form fanden, liefen alle mehr oder weniger darauf hinaus, mit der Staatshülfe auch die Staatsreligion in die Schulen einzuführen und wurden dadurch der Gegenstand heftigster Parteikämpfe. Diese toben auch noch heute weiter, wo die Freikirchlichen sich noch immer stark benachtheiligt fühlen und daher noch fortfahren, für einen ihren Anschauungen entsprechenden Unterricht ihrer Kinder die Hauptmittel selbst aufzubringen. Das Ziel der Freikirchlichen ist hier, alle öffentlichen Schulen unter die Aufsicht der Ortsverwaltung zu bringen, unter welchem Verhältniſs allein es ihnen möglich sein würde, ihrem Mehrheitseinfluſs durch die Wahlergebnisse Geltung zu verschaffen.

Menschlichkeitsziele.

Auch in andern groſsen Bewegungen haben die Secten im letzten Jahrhundert eine bedeutende Rolle gespielt, und sehr oft eine solche, daſs sie im vortheilhaften Gegensatze stehen zu der rücksichtslosen und gewinnsüchtigen Politik der plutokratischen Mehrheit der gesetzgebenden Volksvertretung. Die Anti-Opiumbewegung, gerichtet gegen die durch Krieg erzwungene englische Einführung des Opiums nach China, die Bewegung gegen die Verbreitung von Alkohol unter den Wilden, die schon 1816 von den Quäkern gegründete Friedensgesellschaft und viele ähnliche auf Beseitigung der Vergewaltigungspolitik gerichteten Bestrebungen, die sich bis auf die neueste Zeit und bis auf den Burenkrieg erstrecken, sind in dieser Reihe zu nennen. In der Regel findet die rücksichtslose Selbstsucht, die England als Staat betrachtet eigenthümlich ist, in dem Sectenbestandtheil des Volkes einen Widerstand, der, wenn auch meist zu schwach um vortheilhaft durchzudringen, doch als eine tröstliche Gegenströmung anzuführen ist und mit der jeder Staatsmann in England wohl oder übel zu rechnen hat, wenn es ihm darauf ankommt, eine volksthümliche Politik zu vertreten.

2. Die einzelnen gröſseren Secten.

Die „drei Secten.“

Unter den englischen Secten ist die jüngere der Methodisten die stärkste, die geschichtliche Entwicklung des Freikirchenthums hat es aber mit sich gebracht, daſs man bei Aufzählung derselben der Gruppe der drei älteren Secten der Presbyterianer, Congregationalisten und Baptisten den Vorrang gewährt. Wie weiter vorn erwähnt, traten diese bereits zur Zeit der englischen Revolution in gemeinsamem Vorgehen auf, sie spielen vereint in der englischen Geschichte, besonders der des siebzehnten und achtzehnten Jahrhunderts, die gröſste Rolle und bilden eine bedeutende Macht im englischen politischen und geistigen Leben der neueren Zeit überhaupt.

Presbyterianer.

Unter diesen drei Secten, die man in England gewöhnlich unter dem Namen The Three Denominations zusammenfaſst, nimmt die der Presbyterianer insofern eine erste Stellung ein, als ihr Bekenntniſs in Schottland das allgemeine ist und dort staatlich als Landeskirche anerkannt ist. Die Besitznahme Schottlands durch den Calvinischen Presbyterianismus ist die geschlossenste Erscheinung in der neueren englischen Religionsgeschichte. 1560 durch den Reformator John Knox daselbst eingeführt, behauptete sich die presbyterianische Kirche standhaft durch alle Gefahren hindurch, und selbst die erzwungene Einsetzung der englischen Bischofskirche unter den Stuarts 1662 vermochte sie nicht dauernd zu erschüttern. Schon im Revolutionsjahr 1688 trat sie wieder in ihre alten Rechte ein, sie erhielt damals als schottische Staatskirche das königliche Siegel und besteht als solche noch heute. Freilich traten im Laufe der Zeit Spaltungen ein, die den Bestand des staatlichen Presbyterianismus bedeutend schwächten, aber auch diese Abspaltungen blieben durchaus presbyterianisch, sodaſs Schottland in kirchlicher Beziehung ein ziemlich einheitliches Bild gewährt. Die Ursache für die im neunzehnten Jahrhundert eingetretene gröſste dieser Abspaltungen war ein Rechtsstreit über die Patronatsbesetzung der

Pfarrstellen. 1843 traten 470 Gemeindegeistliche aus und vereinigten sich zu der schottischen Freikirche, welche im Gegensatz zu der schottischen Staatskirche den Grundsatz aufstellt, ganz unabhängig in Bezug auf ihr kirchliches Leben und namentlich frei in der Wahl ihrer Geistlichen zu sein. Innerhalb eines Jahres wurden damals $7\frac{1}{2}$ Millionen Mark an freiwilligen Mitteln aufgebracht, und 500 neue Kirchen wurden binnen kürzester Frist errichtet. 1853 bestanden bereits 850 freikirchliche neue Gemeinden. Jetzt hat die Freikirche 1094 Kirchgemeinden und 1165 Geistliche, und im Jahre 1898 bis 1899 betrug die Summe der freiwillig zur Erhaltung der Kirche aufgebrachten Mittel 14 Millionen Mark.

Einige schon im achtzehnten Jahrhundert aus der schottischen Kirche ausgetretene Secten vereinigten sich 1847 zu der „Vereinigten presbyterianischen Kirche“, welche jetzt 589 Gotteshäuser, 631 Geistliche und etwa 200000 Mitglieder zählt und sich nur in unwesentlichen Punkten von der Mutterkirche unterscheidet.

Die Presbyterianer in Irland und diejenigen in England bilden besondere Vereinigungen. Die letzteren haben heute 311 Gemeinden und etwa 72000 Mitglieder. Die englischen Presbyterianer haben wenig mehr gemein mit den alten presbyterianischen Puritanern der Religionskämpfe. Nach Einführung der Religionsduldungsacte schwenkten diese zumeist zu den Independenten ab, ein Theil wurde Unitarier. Der jetzige presbyterianische Bestand in England ist nur in einem einzigen Landstriche ein Rest des alten Puritanerthums, nämlich in den nördlichen Grafschaften, dieser Rest wurde von alters her verstärkt durch den fortlaufenden Zuzug der schottischen Presbyterianer. Die neueren englischen Presbyterianer waren zuerst abhängig von Schottland, bilden jedoch jetzt eine selbständige englische Secte.

In Schottland ist seit mehreren Jahren eine Bewegung im Gange, sämtliche presbyterianische Freikirchen zu vereinigen, die voraussichtlich von Erfolg gekrönt sein wird. Auch die Schranken, welche die Freikirchen von der Staatskirche trennten, nämlich die Patronatsbesetzung der Pfarrstellen, sind inzwischen von der letzteren freiwillig beseitigt worden, sodafs überhaupt kein Grund für die Zersplitterung des schottischen Presbyterianismus mehr vorliegt. Das wesentliche der presbyterianischen Kirchenverfassung ist das Calvinische Institut der Presbyter, eines Raths von Laienältesten, welche das Kirchenregiment handhaben. Die Organe der Verwaltung sind von unten beginnend die Gemeindeversammlung, das Presbyterium, die Synode und die Hauptversammlungen. Die letzteren setzen sich zusammen aus kirchlichen und Laienmitgliedern der einzelnen Presbyterien und werden geleitet von einem jährlich gewählten „Moderator“, dem in der Staatskirche als Vertreter der Königin der „Oberst-Bevollmächtigte“ zur Seite steht. Die schottische Staatskirche hat 16 Synoden, 84 Presbyterien und etwa 1800 Geistliche. Die Zahl ihrer Anhänger übersteigt die aller presbyterianischen Freikirchen in Schottland und wird von einigen auf die Hälfte der Gesamteinwohnerzahl Schottlands geschätzt, nach andern soll sie wenig mehr als ein Drittel betragen. Die Zahl der staatlichen Gotteshäuser beläuft sich auf 1750, einschliefslich der Missionshallen.

Congregationalisten.

Die Independenten oder Congregationalisten (der letztere Name ist in den letzten Jahrzehnten der allgemeine geworden) sind die älteste Secte Englands und nächst den Methodisten die bei weitem zahlreichste. Sie traten schon 1583 unter Robert Brown zusammen, mufsten, wie weiter vorn erwähnt, infolge der erlittenen Verfolgungen aus England flüchten, wohin sie nach Eintritt besserer Zeiten zurückkehrten und erlangten unter Oliver Cromwell, der selbst Independent war, eine Zeit lang entschiedenen Einflufs auf die Leitung der englischen Staatsangelegenheiten. Im achtzehnten Jahrhundert trat ihr Uebergewicht angesichts des aufstrebenden Methodismus etwas zurück, ohne dafs indes ihrem steten Wachsthum Eintrag gethan worden wäre. In neuester Zeit bedeutete eine kräftige Stärkung für sie ihr 1831 erfolgter Zusammentritt zu der Congregationalen Union von England und Wales, die zweimal jährlich zur Berathung der laufenden Angelegenheiten zusammentritt. Innerhalb dieser Gesamtvereinigung bestehen 51 Grafschaftsvereinigungen in England und Wales, die Anzahl der Gotteshäuser beträgt 4600 mit 1636000 Sitzplätzen. Die Anzahl der auf britischem Boden thätigen Geistlichen beträgt 3130. Das Bezeichnende in der Auffassung der Congregationalisten ist ihre Ansicht über das Kirchenregiment. Jede einzelne Gemeinde ist eine in sich geschlossene, innerlich und äufserlich unabhängige Kirche, an deren Leitung jedes gläubige Mitglied Antheil hat, die aber keine aufsenstehende Autorität irgend welcher Art anerkennt. Als Kirche betrachtet glaubt sie Christus allein verantwortlich zu sein. Kein Vereinigungsbeschlufs ist für die Einzelgemeinde bindend, selbst die Beschlufsfassungen der Union sind für die Gemeinden nur von berathender Bedeutung. Die Congregationalisten behaupten so die alte apostolische Gemeinde am reinsten wiederzuspiegeln und die natürlichste und geläutertste Form christlichen Lebens darzustellen.

Baptisten.

Die Baptisten Englands stehen in keinem geschichtlichen Zusammenhange mit den Münsterschen Wiedertäufern, auch nicht mit den Mennoniten, sondern sind eine englische Abspaltung von den Congregationalisten, von denen sie sich nur durch die Handhabung der Taufe unterscheiden. Sie trennten sich 1633 von den Independenten, indem sie verlangten, dafs sich jedes Kirchenmitglied für den Zutritt zu einer Gemeinde selbst entscheiden müsse, was nur im erwachsenen Alter geschehen könne. Sie verwerfen daher die Kindertaufe und nehmen nur Erwachsene durch die Tauffeierlichkeit auf, die sie durch Untertauchen vornehmen. Ihre Organisation ist ganz ähnlich der der Congregationalisten, auch sie haben eine (1813 gegründete) Union, machen aber im übrigen die volle Selbständigkeit und Unabhängigkeit der Einzelgemeinde zur Bedingung. Die Anzahl ihrer Gotteshäuser beträgt in England und Wales 3850, die ihrer Geistlichen 1950.

Zugleich die jüngste und zahlreichste der großen Secten Englands sind die Methodisten, unter welchem Namen man alle jene, unter sich mehr oder weniger verschiedenen Richtungen zusammenfafst, die ihre Entstehung dem weiter vorn geschilderten Auftreten der Brüder John und Charles Wesley verdanken. Ihr Kernziel ist die Bekehrung durch die Predigt, ihre Waffe die erschütternde Wirkung durch das Wort auf die Massen. Keine Religionsgemeinschaft hat die Predigt zu

solcher Vollkommenheit ausgebildet wie die Methodisten, keine ihr eine auch nur annähernd gleiche Bedeutung verschafft. Im Gegensatz zu den Congregationalisten und Baptisten zeigen die Methodisten in ihrer Kirchenverwaltung eine straffe Organisation mit genau geregelter Abhängigkeit. An der Spitze des Regiments steht die jährliche Conferenz, welche aus 240 Predigern und 240 Laien besteht und von einem jährlich gewählten Präsidenten und Secretär geleitet wird. Diese Conferenz hat die höchste Gewalt und Rechtsprechung über die Unterverbände, welche aus den halbjährlich zusammentreffenden Gauvereinigungen und den vierteljährlich sitzenden Bezirksvereinigungen bestehen. Die Gemeinden üben unter sich eine strenge Selbstzucht, sie sind zur besseren Ueberwachung in Klassen eingetheilt, die von einem Klassenvorsteher geleitet werden. In jeder Gemeinde stehen dem Prediger vier Aelteste zur Seite. Bei den Predigern wird die Eigenschaft des Wanderpredigers insofern festgehalten, als diese bestimmungsgemäfs nur zwei bis drei Jahre an ein und derselben Stelle bleiben dürfen. In England sind die bedeutendste methodistische Secte die Wesleyaner. Sie zählen hier etwa $^3/_4$ Millionen Mitglieder, und die Anzahl der Sitzplätze in ihren Kirchen beträgt über zwei Millionen. Andere, weit kleinere methodistische Secten sind die Neuen Wesleyanischen Methodisten (*Wesleyan Methodist New Connection*), welche Laien und Predigern gleiche Rechte einräumen, die Primitiven Methodisten, die gröfste Abspaltung der Methodisten nächst den Wesleyanern, ferner die Bibelchristen und die vereinigten methodistischen Freikirchen. Bei kleinen Abweichungen, namentlich in der Form des Kirchenregiments, eint dennoch alle ein sichtbares gemeines Band, und die Zeit ist abzusehen, wo eine vollkommene Vereinigung aller Methodisten stattfinden wird. In den Colonieen ist sie schon eingetreten. Einer mehr congregationalen Neigung huldigend, löste sich schon im vorigen Jahrhundert als selbständige Secte die Gräfin-Huntingdonsche Verbindung von dem Methodismus los, in Wales entstand unter methodistischem Einflufs gleichfalls eine selbständige, mehr presbyterianisch gefärbte Secte, die Walliser calvinistischen Methodisten, die einen bedeutenden Bruchtheil der gälisch sprechenden Bevölkerung umfafst und ihre Gottesdienste in gälischer Sprache abhält. Sie zählt 1340 Kirchen und 1500 andere zur Abhaltung von Gottesdiensten bestimmte Gebäude, hat 1200 Geistliche und pflegt als Sonderheit die Sonntagsschulen für Erwachsene. Aufserhalb Wales bestehen in England noch 257 Wallisische Gemeinden.

Heilsarmee.

Als ein neues Erzeugnifs methodistischer Bekehrungsunternehmungen ist unter den englischen Secten noch die Heilsarmee zu erwähnen. Obgleich durch den Lärm ihres Auftretens und die brutale Auffassung der gottesdienstlichen Handlung jedes feinere Empfinden verletzend, hat sie doch unter den tiefgesunkenen Schichten der englischen Bevölkerung solche Erfolge aufzuweisen, dafs man ihrem Wirken einen heilsamen Einflufs nicht absprechen kann. Ihre zahlreichen Gründungen für Heimathlose, Verkommene, Gefallene, entlassene Sträflinge usw. haben in einem Lande, wo dem glänzendsten Reichthume der obersten Klassen das himmelschreiendste Elend der unteren gegenübersteht, bereits viel des Guten gewirkt und verdienen die Anerkennung jedes Menschenfreundes.

Quäker.

Mehr in der Vergangenheit als in der Gegenwart liegt das höchst menschenfreundliche Wirken einer andern englischen Secte, der Quäker. Zur Zeit der Republik von George Fox gegründet und unter Karl II. heftig verfolgt, beharrten sie dennoch ruhig bei ihrem stillen, aber aufrichtigen und höchst wohlthätigen Wirken. Keine Bewegung zur Verbesserung des Loses der Armen, der Ausgestossenen, der Nothleidenden war früher in England denkbar, an der die Quäker nicht den hervorragendsten Antheil gehabt hätten, ihre Mitwirkung an der Gründung von Schulen, Waisenhäusern, Armen- und Krankenhäusern, die bis zur Mitte dieses Jahrhunderts in England lediglich von Privaten geschah, gehörte zur Selbstverständlichkeit. Heute scheinen sie ihre Aufgabe erfüllt zu haben und bestehen nur noch als Ueberrest von früher. Ihre von der Allgemeinheit stark abweichenden Sitten und Gebräuche hat der Strom der Zeit abgeschliffen, die Zahl ihrer Gemeinden geht zurück. Ihre Mitgliederzahl beträgt heute in Grofsbritannien etwa 20000, ihre Kirchen zählen etwa 400.

Kleinere Secten.

Schliefslich sind an kleineren Secten noch zu nennen die Unitarier mit 345 Kirchen, die Moravianer mit 50 Kirchen, die Katholische Apostolische Kirche mit 80 Gotteshäusern, die Swedenborgianer mit 75 und die Mormonen mit 82 Kirchen.

Vergleichende Zusammenstellung.

Eine Zusammenstellung der Sitzplatzzahlen der Gotteshäuser der zehn gröfsten Secten Englands und Wales', welche Howard Evans in einem schon früher angeführten Aufsatze der Contemporary Review von 1897 gegeben hat, wird am besten die Bedeutung der verschiedenen Secten Englands, wie sie sich in der Gröfse ihrer Anhängerzahl ausspricht, verdeutlichen und möge hier folgen. Die Zahlen beziehen sich auf 1895.

Wesleyaner	2165667	Sitzplätze,
Congregationalisten (nach Schätzung)	1621865	„
Baptisten	1226024	„
Primitive Methodisten	909823	„
Heilsarmee	485825	„
Vereinigte Methodistische Freikirchen	420000	„
Walliser Calvinische Methodisten .	368242	„
Englische Presbyterianer	156815	„
Neue Wesleyanische Methodisten .	135728	„
Bibelchristen	110024	„
Zus.	7600013	Sitzplätze.

Der Aufsteller dieser Liste folgert wohl ganz richtig, dafs bei Hinzurechnung der übrigen kleineren Secten Englands die Zahl von 8 Millionen Sitzplätzen erreicht, wenn nicht überschritten werden würde, und vergleicht mit diesen 8 Millionen diejenige Zahl, die nach den eigenen Angaben der bischöflichen Kirche die Summe aller Sitzplätze in staatskirchlichen Gebäuden darstellt, nämlich die Zahl 6778288. Ein solcher Vergleich läfst daran wohl kaum nicht mehr zweifeln, dafs die Mitgliederzahl der englischen Staatskirche von der der Sectenangehörigen bereits überholt worden ist.

3. Organisation, gottesdienstliche Gebräuche und Wohlthätigkeitsbestrebungen der Sectengemeinden.

Pfarrer, Gemeinde und Aelteste.

Gegenüber den staatskirchlichen Gemeinden zeichnen sich die Sectengemeinden jeder Art vor allem durch zwei Eigenthümlichkeiten aus: alle Angehörigen der Secten sind eingetragene, zahlende, thätige Mitglieder, und alle ihre

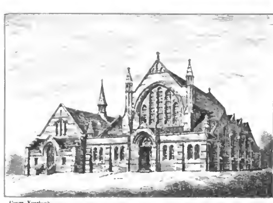
Geistlichen sind unmittelbare Angestellte der Gemeinde, die für ihren Lebensunterhalt aufkommt. Hieraus ergiebt sich sofort die grundsätzliche Verschiedenheit einer Sectengemeinde von einer staatskirchlichen: es giebt bei den Secten keine lauen Mitglieder, die, wie es bei der Landeskirche vorkommt, nur der Kirche angehören, weil ihr Austritt unangenehm auffallen würde, dann aber auch mufs sich nothwendigerweise ein engeres Wechselverhältnifs zwischen dem Pfarrer und den Mitgliedern einer Gemeinde ausbilden. Dabei bleibt freilich die Stellung des Sectengeistlichen keine so unabhängige wie die des Staatsgeistlichen, der unbekümmert um die Stimmung seiner Gemeindekinder seine Pfründe geniefst. Dieses Wechselverhältnifs machte nun von Anfang an eine Art von Zwischenglied zwischen Gemeinde und Pfarrer zur Nothwendigkeit, und dies besteht bei allen Secten gleichmäfsig in den Kirchenältesten. Die Aeltesten sind recht eigentlich der Kern einer Gemeinde, sie führen das Kirchenregiment, berathen unter dem Vorsitz des Pfarrers, sehen darauf, dafs die zur Erhaltung der Gemeinde nothwendigen Mittel aufkommen und sorgen bei einem nothwendigen Wechsel für eine Neubesetzung der Pfarrstelle. Der Gemeinde gegenüber bilden sie eine Rückendeckung für den Pfarrer, sind jedoch ihrerseits wieder von der Gemeinde abhängig, welche in öffentlicher Wahl die Kirchenältesten wählt. Dauer des Amtes, Art der Wahl und Anzahl der Kirchenältesten wechseln nach den Umständen. Die Gemeinde versammelt sich unter dem Vorsitz des Pfarrers und der Aeltesten in Zeitabständen zur Berathung der Gemeindeangelegenheiten und einmal jährlich in einer Hauptversammlung zur Rechnungsvorlage und Vornahme von Wahlen. In den meisten Fällen wählt die Gemeinde noch einen besonderen Wirthschaftsausschufs, der die Geldangelegenheiten in die Hand nimmt, sowie einen Gemeindesecretär.

Abb. 55. Sonntagsschule in Peckham. Architekt J. W. Chapman.

Builder

Pflichten der Mitglieder

Die Mitglieder einer Sectengemeinde sind alle als solche förmlich aufgenommen. Der Pfarrer steht in der Regel nach jedem Gottesdienste zur Entgegennahme von Aufnahmegesuchen zur Verfügung; die Gesuche werden den Aeltesten vorgelegt und in der Regel in einer Gemeindeversammlung genehmigt. Verläfst ein Gemeindemitglied seinen Wohnort, so händigt ihm seine Gemeinde einen Uebersiedlungsbrief an die seinem zukünftigen Wohnorte zunächst liegende Gemeinde aus, worauf die Aufnahme daselbst ohne Förmlichkeiten erfolgt. Bei solchen Uebersiedlungen kommen sehr häufig Uebergänge von einer Secte in die andere vor, namentlich zwischen Congregationalisten und Baptisten. Bei der Aufnahme eines Mitgliedes wird erwartet, dafs der Neueintretende erstens einen regen Antheil am kirchlichen Leben nimmt, dafs er zweitens sich an irgend einem Zweige des aufserkirchlichen gemeinnützigen Wirkens der Gemeinde persönlich betheiligt, und dafs er drittens zur wirthschaftlichen Unterhaltung der Gemeinde nach seinem besonderen Vermögen beiträgt.



Congr. Yearbook

Abb. 56. Congregationalistenkirche in Eastbourne.
Architekten Spurrell u. Murray.

Aufbringung der Mittel

Die Aufbringung der Mittel zum Unterhalt der Gemeinde geschieht theils durch gezeichnete Gelder der Mitglieder, theils durch die Einkünfte aus etwa vorhandenen Vermächtnissen, theils durch die Ergebnisse aus den Platzmiethen, theils durch die allsonntäglichen Sammlungen während oder nach dem Gottesdienste. Dabei ist es nichts ungewöhnliches, dafs reich bedachte Gemeinden ärmere Gemeinden unterstützen. In allen Fällen ist es Grundsatz, dafs jeder Beisteurer seinen Beitrag selbst bestimmt, was auch im Falle der Erhebung einer Platzmiethe festgehalten wird. In den meisten Kirchen ist übrigens nur ein Theil der Plätze

in festen Händen, der Rest wird für Nichtmitglieder frei gehalten; auch gilt meist die Bestimmung, dafs gemiethete Plätze, welche bei Beginn des Gottesdienstes nicht eingenommen sind, der freien Benutzung anheim fallen.

Der Gottesdienst.

Der Gottesdienst der einzelnen Secten unterscheidet sich, abgesehen von einzelnen Sonderheiten, wie sie beispielsweise bei den Quäkern beobachtet werden, nicht so wesentlich, als dafs er nicht einheitlich betrachtet werden könnte, namentlich soweit es sich um den hier eingehaltenen Gesichtspunkt des Einflusses auf das Bauprogramm der Gotteshäuser handelt. Der Mittelpunkt des Gottesdienstes ist bei allen Secten recht eigentlich die Predigt, um die sich Gemeindegesang, Verlesen von Bibelstellen und Gebet als Nebenbestandtheile gruppiren. Die Predigt giebt dem Gottesdienste jeder Art durchaus das Gepräge, sie wird immer in freier Rede gehalten, ist meist ganz persönlich gefärbt, streift nicht selten Tagesfragen (ja behandelt hier und da ganz weltliche Gegenstände), und aus ihr spricht stets das Bestreben, möglichst volksthümlich zu sein. Dem Gesang und der Kirchenmusik wird meist geringere Bedeutung beigemessen, obgleich sich neuerdings ein Bestreben nach Vervollkommnung auch auf diesem Gebiete geltend macht. Liturgie und sich in fester Form wiederholende Gebete sind nicht oder nur in verschwindend geringem Mafse vorhanden. Der Gottesdienst vor dem Altar fällt ganz fort, da die opferpriesterliche Auffassung des Geistlichen und der Begriff des Opfers überhaupt fehlt. Der Altartheil der Kirche verschwindet daher vollständig, ein Umstand, der das Sectengotteshaus in grundsätzlichen Gegensatz zu dem staatskirchlichen Gotteshause setzt. Man unterscheidet in England daher auch zwischen *church*, der staatlichen Kirche, und *chapel*, der Sectenkirche (nur die Congregationalisten haben den Ausdruck *church* im Laufe der Zeit für ihre Gotteshäuser aufgenommen).

„London".

Abb. 57. Congregationalistenkirche in Muswell Hill, London.
Architekt Morley Horder.

Abendmahl.

Die Feier des heiligen Abendmahles geschieht jetzt bei den meisten Secten derart, dafs die Theilnehmer auf ihren Sitzen verbleiben, um dort Brot und Wein, die von dem Pastor den Kirchenältesten am Abendmahlstische zugetheilt werden, aus der Hand der Aeltesten entgegenzunehmen. Die Abendmahlsfeier erfolgt meist einmal monatlich im Hauptgottesdienste und einmal im Abendgottesdienste. Jedes Gemeindemitglied erhält bei Beginn des Kirchenjahres eine Jahreskarte mit zwölf Abschnitten, die es bei den monatlichen Abhaltungen des Abendmahls der Reihe nach abgiebt.

Taufe.

In Bezug auf die Taufe machen, wie erwähnt, die Baptisten in ihren Gebräuchen insofern eine Ausnahme von den übrigen Secten, als sie nur Erwachsene und diese durch Eintauchen taufen. In Baptistenkirchen ist daher stets ein versenkter Behälter angeordnet, der zur Vornahme des Taufaktes mit Wasser gefüllt werden kann. Solche Tauffeierlichkeiten finden der grofsen Umstände wegen nur in gröfseren Zeitabschnitten, etwa alle drei Monate, statt; viele Baptistengemeinden fangen an, die Taufe der Erwachsenen nicht mehr als zwingend zu betrachten und nehmen auch ungetaufte Mitglieder auf. Bei den übrigen Secten erfolgt die Taufe ähnlich wie in der Staatskirche, jedoch ist wohl selten ein fester Taufstein vorhanden. Zu allermeist wird sie auf dem Abendmahlstisch vorgenommen.

Kleinere Gottesdienste.

Aufser dem allsonntäglichen Hauptgottesdienste finden in der Regel noch Abendgottesdienste, Kindergottesdienste, Mittwochsgottesdienste und einmal wöchentlich Betstunden statt. In den letzteren herrscht häufig der eigenthümliche Gebrauch, dafs einzelne sich hierzu berufen fühlende Gemeindemitglieder vor versammelter Gemeinde laut beten.

Begräbnisse.

Für Begräbnifsfeierlichkeiten ist heute meist in der Weise gesorgt, dafs die Friedhöfe zwei getrennte Begräbnifscapellen (Text-Abb. 58) enthalten, eine für die Staatskirche und eine für die Secten. Beide sind meist symmetrisch mit einem verbindenden Mittelgange und untereiner einheitlichen Architektur angelegt.

Gemeinnütziges Wirken der Secten.

Von jeher ist es das Bestreben der Secten gewesen, ihre Wirksamkeit über den eigentlichen Rahmen des Gotteshauses hinaus auszudehnen, und durch nichts ragen sie heute in gleichem Mafse hervor, als durch ihr aufserkirchliches gemeinnütziges Wirken. Wie bereits weiter vorn erwähnt, ist ihre Theilnahme an den Unterrichtsbestrebungen geschichtlich geworden. Auch heute noch, nachdem der Staat sich des Volksschulunterrichts angenommen hat, besitzen sie eine Reihe eigener Schulen, aufserdem aber pflegen sie in weiter

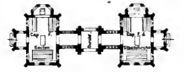


Abb. 58. Friedhofscapelle für Secten und die Staatskirche in Stoke-upon-Trent. Architekten Nichols u. Söhne.

Ausdehnung den Religionsunterricht in der Form der Sonntagsschulen. Im weiteren dehnen sie ihre Wirksamkeit auf die gesellige Zusammenziehung der Gemeindeglieder, auf die Unterstützung der Bedürftigen, auf die Belehrung, Aufmunterung und Erheiterung der im Kampf des Lebens stehenden Klassen in einer Weise aus, die ihre Thätigkeit und ihre weit ausgreifende Auffassung christlicher Pflichten unmittelbar

vorbildlich macht. Thatsächlich haben sie durch dieses ihr gemeinnütziges Wirken selbst der Staatskirche gegenüber anregend gewirkt, deren heutige Aufnahme ähnlicher Christensiele man besten Falls als eine Anpassung an das von den Secten gegebene Beispiel auffassen kann, zu der man sich wohl oder übel gezwungen sah.

Sonntagsschule.

Die hervorragendste Bedeutung in diesem aufserhalb des eigentlichen Kirchenrahmens fallenden Wirken kommt dem Sonntagsschulwesen zu. Die Sonntagsschule, heute allerorten zu grofser Verbreitung gelangt, ist ein echtes Kind des Sectenwesens, hauptsächlich des americanischen. Die Secten waren schon durch den Umstand auf die Sonntagsschulen hingewiesen, dafs sie für die Veranstaltung des von ihnen für richtig gehaltenen Religionsunterrichtes selbst die Wege finden mufsten. Und noch heute ist der Sonntagsunterricht für sie von gröfster Wichtigkeit, weil die Staatsvolksschulen natürlich keinen Religionsunterricht im Sinne der Sectenauffassung zulassen. So nimmt denn der Sonntagsschulunterricht bei allen Secten einen breiten Raum ein, bei jeder Kirche finden sich besondere Räumlichkeiten dafür vor, oft von der Gröfse der Kirche selbst und darüber hinaus, ein Heer von Lehrern ist dafür vorhanden, und das ganze Unterrichtswesen befindet sich in wohl organisirtem Zustande. In London hat die freireligiöse Christuskirche in Westminster Bridge Road allein 400 Lehrer und über 5000 Sonntagsschüler, die unter den Fittigen der Kirche in dieser selbst, ihren Nebengebäuden und verschiedenen Zweigstellen allsonntäglich dem Unterricht obliegen. Die Organisation des Sonntagsschulwesens ist in der Regel so getroffen, dafs die Lehrer den bleibenden Kern der Einrichtung bilden. Diese sind Laien, theils mit, theils ohne besondere Vorbildung für ihren Beruf. Sie melden sich freiwillig oder auf Ersuchen des Pfarrers für ihr Amt und bilden unter sich eine Vereinigung, die ihren Director, ihren Secretär, ihren Bibliothekar aus ihren Reihen wählt. Vorsitzender der Lehrervereinigung ist immer der Pfarrer. Der Sonntagsunterricht geht meist zweimal allsonntäglich in dem besonderen dafür vorhandenen Gebäude vor sich. Er beginnt mit einem gemeinschaftlichen Gebete in einem stets vorhandenen grofsen Mittelraum, worauf sich die einzelnen Gruppen mit ihren Lehrern in die rings herum angeordneten Klassenräume zum Unterricht begeben. Der Director leitet diesen vom Mittelraum aus, nach welchem hin sich die Klassen durch eine grofse, oft nur durch einen Vorhang geschlossene Oeffnung erschliefsen. Eine Klasse für ganz kleine Kinder fehlt dabei nie.

Sorge für die heranwachsende Jugend.

Nächst dem Sonntagsschulwesen nehmen die gröfste Aufmerksamkeit der Sectengemeinden die Veranstaltungen in Anspruch, welche getroffen sind, um die heranwachsende Jugend zur Kirche zu ziehen und sie zu antheilnehmenden Gemeindemitgliedern zu machen. Man sucht dies dadurch zu erreichen, dafs man ihren naheliegenden Interessen entgegenkommt, z. B. indem man ihnen Gelegenheit zu Zusammenkünften zum Zwecke litterarischer, musicalischer, sportlicher und sonstiger Unterhaltung giebt. Die jungen Leute bilden unter Vorsitz eines Kirchenmitgliedes eine Art Club, zu welchem Zwecke ihnen die Räume von der Kirche gewährt werden. Eine andere Art der Heranziehung ist die Gründung von Vereinen, welche man in England mit dem Namen *Yong people's societies* *for Christian endeavour* bezeichnet, im ganzen unseren christlichen Vereinen junger Männer zu vergleichen. Der Zweck ist hier ebensowohl ein kirchlicher, als ein socialer, die Zusammenkünfte sind halb gottesdienstlich, halb unterhaltend.

Organisation der aufserkirchlichen Thätigkeit.

In den Sectengemeinden sind für alle diese Zweige des aufserkirchlichen Wirkens besondere Mitglieder vorhanden, die ihre Kraft mit Freudigkeit und Opfermuth dem besonderen Zwecke zu widmen bereit sind. Alle Unternehmungen sind genau vereinsmäfsig organisirt, mit besonderer Buch- und Kassenführung, und alle stehen unter der Oberleitung des Pfarrers. Die Vorsteher erstatten in der allgemeinen Versammlung der Gemeinde Bericht und legen ihre Rechnungsaufstellung der Gesamtgemeinde zur Genehmigung vor. Die Zahl solcher Anhängsel an die Kirche ist, besonders wo umfangreiche Gemeinden in Frage kommen, schier endlos, und der Jahresbericht über alle diese Unternehmungen macht in der Regel ein umfangreiches Heft aus. Hier seien nur eine Auswahl derselben, wie sie bei allen gröfseren Sectenkirchen üblich sind, angeführt.

Gesellige Veranstaltungen.

Eine Gruppe solcher Veranstaltungen ist zunächst rein gesellig und hat den Zweck im Auge, den täglich um ihre Existenz ringenden ärmeren Klassen einige Erholung und geistige Anregung zu verschaffen. Für diese Zwecke ist fast jeder Kirche ein gröfserer Saal beigegeben, in welchem freie Vorträge über litterarische, sociale, ethische, wissenschaftliche Gegenstände gehalten werden, in welchem während des Winters jeden Sonnabend frei zugängliche Musikaufführungen stattfinden, in welchem Theegesellschaften und Versammlungen zu irgend welchem Zweck abgehalten werden. Für die bei solchen Gelegenheiten gereichten Erfrischungen wird eine kleine Gebühr entrichtet, im übrigen ist der Zutritt entweder ganz frei, oder es wird von den Theilnehmern lediglich die Eintragung in eine zu solchen Zwecken geschaffene Vereinsrolle vorausgesetzt. Jeder Zweig dieser Veranstaltungen steht unter der Leitung eines besonderen Vereinsmitgliedes. Rein gesellige Zwecke verfolgen auch die im Sommer mit Erwachsenen oder Kindern veranstalteten Tagesausflüge in die freie Natur, die sich grofser Beliebtheit erfreuen.

Clubs.

Eine andere Gruppe der Gemeindeveranstaltungen fällt in das Gebiet der schon erwähnten Clubs, bezieht sich aber nicht allein auf die heranwachsende Jugend, sondern auch auf erwachsene Männer und Frauen. So werden Orchester-Dilettantenvereine gebildet, Singvereine, die sich zugleich des Kirchengesanges annehmen, Frauen-Turnvereine, Nähvereine, Lese- und wissenschaftliche Vereine jeder Art. Alle diese Clubs tagen in den Räumen der zur Kirche gehörigen Nebengebäude, falls diese hierfür ausreichen.

Wohlthätigkeitsvereine.



Eine dritte Gruppe von Unternehmungen hat unmittelbar unterstützenden und helfenden Charakter. Dahin gehört zunächst der regelrecht organisirte Hausbesuch in ärmeren Bezirken. Der Umkreis der Kirche ist in Abtheilungen getheilt, von denen je eine einem Mitgliede des hierfür bestehenden Damenausschusses zum Besuche zufällt. Bei den regelmäfsigen Besuchen wird jeder Fall von drückender Armuth und Krankheit aufgenommen und darüber zur Herbeiführung einer Unterstützung berichtet. Zum Zwecke solcher Unterstützungen bestehen wieder andere Vereine,

wie z. B. ein solcher für die Lieferung von **Kleidern und Schuhen**, für die Versorgung mit **Heizstoffen**, für die Unterstützung armer **Wöchnerinnen**, ferner Vereine, welche dafür sorgen, daſs Armen, welche nicht ausgehen können, eine passende **Arbeit in ihrem Hause** zugeht, an der sie ihren Unterhalt erwerben können. Eine groſse Rolle spielen in allen Sectengemeinden die „**Vereine der Mütter**", in welchen nicht nur Belehrung über Gesundheitsfragen und Kinderbehandlung gegeben wird, sondern auch thatkräftige Unterstützung durch Bekleidung, Nährmittel oder auch Geldbeträge erfolgt. Zur Versorgung der ärmsten Klassen mit Essen richtet die Gemeinde **Volksküchen**, **Suppenanstalten** usw. ein, für anhanglose Mädchen werden **Heimstätten** geschaffen, für die Kinder auswärts arbeitender Eltern **Krippen**, viele gröſsere Kirchen haben eigene **Alters- und Krankenhäuser**. Ein besonderer Ausschuſs der Gemeinde sorgt für **Weihnachtsbescherungen** an Arme, ein anderer hat die Einrichtung von **Feriencolonieen** auf sich genommen. Mit der Kirche sind **Sparkassen** für kleinste Beträge, **Sterbekassen**, **Krankenkassen** und Hülfskassen jeder Art verbunden. Viele dieser Einrichtungen sind, namentlich bei kleineren Gemeinden, primitiver Art, wie man sich überhaupt in dieser Beziehung in England besser im kleinen zurechtfindet als bei uns. Oft genügt vorerst ein gemiethetes Zimmer als „Mädchenheim", ein an der Meeresküste erworbenes Bauernhaus als Feriencolonie. Aber man scheut sich nicht, überall mit frischem Muth die Hand ans Werk zu legen und knüpft stets an die kleinsten Anfänge die Hoffnung segensreicher Entwicklung, die denn auch nur selten ausbleibt.

Veredelnde Ziele.

Eine vierte Gruppe von Thätigkeiten hat moralische und volkserzieherische Ziele im Auge. Dahin gehört die Einrichtung von **Mäſsigkeitsvereinen**, die Verbreitung von **religiösen und anderen Schriften**, der regelmäſsige Besuch von Herbergen zur **Vertheilung von Tractaten** an die Insassen, die Veranstaltung von **Vorträgen über Gesundheitslehre, Moral usw.**

Werbethätigkeit.

Mit dieser Art Thätigkeit geht nach meist die fünfte und letzte Gruppe der Gemeindeveranstaltungen Hand in Hand, die Werbethätigkeit zur Erlangung neuer Gemeindemitglieder. Hierzu dienen vor allem die auſsen liegenden **Missionshallen**, in welchen Versammlungen halb weltlichen, halb kirchlichen Charakters abgehalten werden mit der Hoffnung, daſs die Besucher Gefallen an solchen Veranstaltungen finden und entweder zur Hauptkirche kommen, oder sich in der Missionshalle zu einer Tochtergemeinde vereinigen. Diese Missionshallen, die man mit Vorliebe in den ärmsten und verkommensten Gegenden errichtet (jede englische Industriestadt hat endlose Bezirke dieser Art), sind oft Gebäude der allerprimitivsten Art, vier Wände mit einem Wellblechdach überdeckt, sie sind dazu absichtlich wie weltliche Gebäude gestaltet, um durch kirchliches Auftreten nicht von vornherein die Massen abzustoſsen. Auſser an diesen Stellen wird die Werbearbeit jedoch auch noch im Hauptgebäude eifrig betrieben, und zwar dient hierzu eine Veranstaltung, für die sich in England der Name „Pleasant Sunday Afternoon" eingebürgert hat. Sie besteht in einem **Sonntag-Nachmittag-Concert mit Gebet**, meist in der Kirche selbst oder auch in einem Nebenraume derselben abgehalten. Man hofft dadurch die Massen an den Kirchenbesuch zu gewöhnen. Schlieſslich pflegen die meisten Sectengemeinden, eingedenk ihres Leitsatzes, durch das gesprochene Bibelwort bekehrend zu wirken, die **Predigt im Freien**, auf Plätzen und Straſsen, der in England von seiten der Polizei nicht das geringste Hinderniſs in den Weg gelegt wird. Wer in englischen Städten des Sonntags nachmittags durch die Straſsen wandert, findet auf jedem freien Platze, an jeder Straſsenecke diese Wanderprediger, denen eine zufällig sich um sie scharende Menge andächtig lauscht, die auch in den verkommensten Stadtbezirken niemand durch Ungehörigkeiten unterbricht oder stört und deren Worten, meist beredt, gewandt und aus vollem Herzen gesprochen, eine heilsame Wirkung auf die Menge sicherlich nicht fehlen kann.

In dem Programm der Sectenkirchen spielt ferner selbstverständlich auch die Heidenmission eine bedeutende Rolle, auf die jedoch einzugehen an dieser Stelle, an der es sich nur um die Baulichkeiten der Religionsgemeinschaften handelt, keine Veranlassung vorliegt.

4. Bauliches bei den Sectenkirchen.

A. Allgemeines.

Verhältniſs zur staatskirchlichen Baukunst.

Wesentlich anders als bei dem englischen Staatskirchenbau gestaltet sich das Bild, das sich uns bei einem Ueberblick über die bisherige Entwicklung der sectenkirchlichen Baukunst bietet. Hat sich recht eigentlich auf dem Gebiete der staatskirchlichen Baukunst die ganze gewaltige Bewegung abgespielt, die die englische Kunstgeschichte des neunzehnten Jahrhunderts als Gothic Revival bezeichnet, so erstreckten sich auf die Sectenbaukunst höchstens einige unbedeutende Ahläufer dieser Bewegung, die sie oberflächlich, und nicht einmal zu ihrem Vortheil, beeinfluſsten. Ist dort die Uebernahme eines groſsen Apparates kirchenbaulicher Ueberlieferungen das bezeichnende Merkmal, so hatte man hier sozusagen keine Spur von solchen, ja die besseren Kräfte gefielen sich in einer geflissentlichen Verneinung aller kirchengeschichtlichen Anklänge. Gingen die staatskirchlichen Baumeister seit Pugin mit Eifer und Begeisterung unter das Joch, das die unbedingte Anerkennung des vorbildlichen Werthes mittelalterlicher Bauideale über sie verhängte, so fühlten sich die Baumeister der Sectenkirchen bei jeder Aufgabe, der sie gegenübertraten, lediglich den blanken, von dem Bauherrn unablässig betonten praktischen Erfordernissen gegenübergestellt, die sich in die Worte fassen lassen: gutes Sehen und Hören von jedem Kirchenplatz aus. Machte man dort mit vollem Bewuſstsein und mit geschlossenen Augen gegen jede Nützlichkeitsforderung Stimmungsarchitektur, so war hier das einzige Bestreben, sich mit den praktischen Bedürfnissen, so gut es geben wollte, abzufinden.

Geschichtliche Entwicklung. 17. und 18. Jahrhundert.

Die Bauten der Secten waren fast zwei Jahrhunderte lang lediglich Bedürfniſsbauten, und erst vor wenigen Jahrzehnten fing man hier und da an, einigen architektonischen Ehrgeiz in die vorliegenden Aufgaben zu setzen. Bei der Verfolgung, der alle kirchlichen Freidenker bis zur Zeit der Republik, ja bis zum Erlaſs der Duldungsacte ausgesetzt waren, konnte kaum von einer baulichen Entfaltung für ihre Zwecke die Rede sein. Man traf sich in Privathäusern zur gottesdienstlichen Vereinigung oder miethete hier und da einen Saal zur Zusammenkunft. Wo man besondere Häuser

für gottesdienstliche Zwecke hatte, wurden sie nur zu häufig der Vernichtung preisgegeben, sobald wieder einmal eine den Freikirchlichen feindliche Politik einsetzte. Christopher Wren hatte beim Wiederaufbau Londons nach dem Brande von 1666 von Karl II. Befehl erhalten, alle Sectenversammlungshäuser, die er in den noch stehenden Stadttheilen ausfindig machen konnte, zu zerstören. Aufserhalb Londons hat sich als ältestes Sectengotteshaus Englands eine 1647 erbaute Independenten-Capelle in Walpole in Suffolk erhalten,*) ein einfaches, anspruchsloses Haus, im wesentlichen einen grofsen Saal enthaltend. In jener Zeit war für die Sectenversammlungshäuser durchweg der Name Meeting oder Meeting House im Gebrauch, die später gebräuchlichen Bezeichnungen Chapel und Tabernakel setzten erst im 18. Jahrhundert ein, wo die Sache der aufserstaatlichen Religionsgemeinschaften durch die Fluthwelle des Methodismus eine kräftige Förderung erfuhr. Der Predigtdrang der Methodisten machte denn auch die ersten Predigthäuser gröfseren Umfanges zur Nothwendigkeit. Eins der ersten und bedeutungsvollsten war die schon erwähnte, von der Gräfin von Huntingdon für George Whitefield erbaute Capelle in Tottenham Court Road, eine Oertlichkeit, die damals aufserhalb Londons gelegen war, jetzt aber dem innern London angehört. Von der Gestalt dieser Kirche giebt ein alter Stich Kunde, der ein auf quadratischem Grundrifs errichtetes einfaches Haus darstellt. Die in zwei Stockwerken angeordnete Fensterreihen lassen wohl auf die Anlage von rings herum laufenden Emporen schliefsen.

Obgleich während des ganzen 17. und 18. Jahrhunderts auch alle staatskirchlichen Gotteshäuser im protestantischen Sinne, d. h. als Predigtkirchen gestaltet wurden, so knüpften die damaligen Sectenhäuser doch keineswegs an diese an. Hierzu waren ihre Bedürfnisse noch viel zu bescheidener Art, sie wollten nichts weiter als ein Schutzdach mit einem Rednerpodium. Die Häuser waren denn auch meistens allereinfachster Construction, ein Umstand, an den der heute noch für viele Kirchen gebräuchliche Name Tabernakel noch handgreiflich erinnert.

19. Jahrhundert.

Eine eigentliche Sectenbaukunst beginnt erst im 19. Jahrhundert, nachdem die volle politische Anerkennung der freien Religionsgemeinschaften einem neuen Leben Raum gab. Aber auch jetzt blieb das Programm für diese Bauten dasselbe wie früher, es war lediglich dasjenige des Vertragssaales, und Vortragssäle waren denn auch die Vorbilder, an die der Architekt anknüpfte, wenn er vor der Aufgabe stand, ein Sectengotteshaus zu errichten. Bei der bedeutendsten Aufgabe, die in dieser Beziehung bis heute überhaupt vorgelegen hat, nämlich der von dem Baptistenprediger Spurgeon gestellten, ein Predigthaus für 5000 Zuhörer zu errichten, ging der Architekt W. Pocock von einem Concerthaus, der Surrey Gardens Music Hall aus, die er, mit einiger Vergröfserung, im wesentlichen nachbildete. Der Gedanke, ein kirchliches Gebäude zu errichten, lag eben bis in die damalige Zeit den Secten ganz fern. Der äufseren Hülle gab man im besten Falle die Gestalt eines öffentlichen Gebäudes, im Innern war weder ein Altar, noch eine Kanzel vorhanden, die daran erinnert hätte, dafs es sich um eine Kirche handelte, man kannte weder Glocken, für die es eines Thurmes bedurft hätte, noch dachte man überhaupt im entferntesten daran, irgend einen Bestandtheil des kirchenbaulichen Apparates für das Sectenhaus heranzuziehen. Aus diesem Grunde blieb auch die Gothik fern, die schon seit 1840 für jedes staatskirchliche Gotteshaus zwingend geworden war.

Neue Entwicklungsansätze.

Dies änderte sich um die sechziger Jahre herum, eine Zeit, die überhaupt in der englischen Architekturgeschichte einen vollständigen Wandel bedeutet. Jetzt begannen auch die Secten einen gewissen architektonischen Ehrgeiz zu entfalten, man hatte angefangen, das Sectenhaus als Kirche zu empfinden, der Wunsch nach einer entsprechenden, mehr kirchlichen Gestaltung machte sich allgemein geltend, man fühlte überhaupt das Bedürfnifs, der Baufrage mehr Beachtung zu schenken, das Kirchenbauwesen zu organisiren. Den ersten Schritt dazu hatten die Congregationalisten gethan, in deren Körperschaft eine Kirchenbaugesellschaft 1853 ausführliche Anweisungen und Rathschläge für den Bau von Sectenkirchen herausgab, ähnlich wie dies 1818 die Staatskirchenbaugesellschaft gethan hatte. In diesen Vorschlägen wurde naturgemäfs auch der künstlerischen Seite der Sache Beachtung geschenkt, übrigens bei dieser Gelegenheit der Schritt gethan, das Sectengotteshaus nicht mehr Tabernakel oder *chapel* zu nennen, sondern *church*. Der letztere Umstand betraf anscheinend eine reine Aeufserlichkeit, war aber als Zeichen der Zeit von nicht geringer Bedeutung.

In der That beginnt um diese Zeit ein sichtbarer Einflufs von dem staatskirchlichen Gebäude herüber auf das Sectenhaus sich Geltung zu verschaffen, man machte zum ersten Male Anleihen bei der Kirche. Dies bezog sich zunächst auf die architektonische Formensprache, den Stil. Man baute von jetzt an gothisch oder romanisch, meist in einer gegenüber dem, was in dem staatskirchlichen Lager geleistet wurde, recht abgeblafsten Form. Die kleineren Geister verfielen, wie es zu geschehen pflegt, in eine verwerfliche äufserliche Nachahmung, man baute Chöre, ohne eine Verwendung dafür zu haben, und füllte sie mit Sacristeien oder der Orgel aus. Thürme ohne Glocken, Altaraufbauten, ohne einen Altar davor zu stellen. Viel Lächerliches ist in dieser Beziehung im Laufe der letzten Jahrzehnte geleistet worden und wird heute noch geleistet. Indessen war doch solchen Neigungen gegenüber fast stets ein Uebergewicht von gesundem Sinn vorhanden, der grobe Ausschreitungen zu den Seltenheiten machte. In vielen Fällen, besonders wo es sich um bedeutendere Bauten handelte, suchten die bauherrlichen Gemeinden durch beschränkte Wettbewerbe unter tüchtigen Architekten Lösungen zu erreichen, die, ohne den Bedürfnissen Zwang anzuthun, eine gewisse künstlerische Gestaltung des Baues ins Auge fafsten. Unabänderlich war bei diesen Wettbewerben die erste Bedingung: gutes Sehen und Hören von jedem Kirchenplatze aus, eine Forderung, die ja die Staatskirchlichen, wie weiter vorn erwähnt, überhaupt und grundsätzlich nicht anerkennen. Aus solchen Wettbewerben sind eine Reihe tüchtiger Bauten für gröfsere Gemeinden hervorgegangen, und von diesen wieder ist manche fruchtbare Anregung auf das übrige Sectenbauwesen übergegangen. Das im ersten Theile erwähnte Buch von Cubitt: *Church Design for Congregations* gab mit den für England damals ganz neuen Gedanken wichtige Fingerzeige. Noch mehr, der Verfasser führte seine Gedanken an einer Reihe

*) Abgebildet im Congregational Yearbook 1868, S. 401.

musterhafter Bauten praktisch durch, die, meist auf centraler Grundlage aufgebaut (wie z. B. Abb. 3 Bl. 46), wohl das Beste darstellen, was in England im Sectenbau geleistet worden ist. Einige weitere bedeutende Sectenbauten mit neuen Gedanken schuf der bekannte Architekt **Waterhouse** (z. B. Abb. 4 Bl. 44). Auch eine Reihe anderer tüchtiger Architekten widmete ihre Kraft dem Sectengotteshause und errichtete, wenn auch weniger einschneidende, so doch anziehend gestaltete und ihren Zweck gut erfüllende Sectenkirchen, sodafs heute die Zahl der künstlerischen Leistungen auch auf diesem Gebiete der Baukunst nicht mehr klein ist. **Sulman, J. Tait, Banks, Bickerdike** und **Paull** sind hier in erster Linie zu nennen. Ihre Bauten sind gothisch, zeigen meist bei Anwendung einfacher Mittel eine recht gute Gruppirung und bewegen sich in einer geschulten Formengebung, halten sich sonst aber durchaus an die Ausdrucksmittel der Staatskirche. Hierbei gelingt es ihnen freilich nicht immer, die gefährliche Klippe zu vermeiden, beim Beschauer die Vorstellung eines staatskirchlichen Gebäudes zu erwecken. Denn die Formen, die mit dem Wesen der altangesessenen Staatskirche sich entwickelt haben, können wohl kaum ohne ernste Gefahr auf die Bedürfnisse einer Religionsgemeinschaft übertragen werden, die in ihrem Wesen alle Anklänge an diese Entwicklung grundsätzlich verneint. Die erwähnten Kirchen haben immer die rechteckige Grundrifsform, selten oder nie ist zu einer centralen Anlage gegriffen, die doch am ersten einen Gegensatz gegen die englische Staatskirche ausgedrückt haben würde.

Bauten dieser Art geben dem künstlerisch in Betracht zu ziehenden Theile des englischen Sectenkirchenbaues der letzten dreifsig Jahre das Gepräge. Weit mehr noch als beim Staatskirchenbau bilden aber hier die künstlerisch ernst zu nehmenden Bauwerke die Minderheit. Gerade bei den Sectenkirchen finden sich minderwerthige Leistungen in gröfster Anzahl, sie sind so sehr vorherrschend, dafs die „Häfslichkeit der Sectenkirche" in England sprichwörtlich geworden ist, der englische Volksglaube verbindet mit dem Wort *nonconformist chapel* noch heute den Begriff äufserster baulicher Dürftigkeit. Und eine solche ist in der That in vielen Fällen vorhanden. Dies beruht zum Theil auf der wirthschaftlichen Nothlage, in der sich die Freikirchen, deren Mitglieder sich stets aus den ärmeren Volksschichten zusammensetzen, bis in die neueste Zeit befunden haben, dann aber auch an einem wirklich mangelnden künstlerischen Verständnisse vieler Führer der Sectengemeinden. Die vorzüglichen Leistungen der mit den reichsten Mitteln arbeitenden und inmitten der gebildetsten Klassen wirkenden staatskirchlichen Baukunst mufste diese Schwächen auf der anderen Seite nur noch um so schärfer hervorkehren. Schliefslich sind aber auch bis in die neueste Zeit die englischen Architekten aufserordentlich wenig geneigt gewesen, dem Sectenbau ein regeres Interesse entgegenzubringen. Die wenigen künstlerisch befähigten Architekten, die auf diesem Gebiete gewirkt haben, bilden eine Ausnahme dem Heer von künstlerisch ungeschulten Unternehmern gegenüber, denen solche Aufträge in der Regel zufielen. Und die Träger der oben genannten Namen sind fast als Märtyrer zu betrachten gegenüber dem Vorurtheil, das noch heute in der englischen Architektenschaft gegen den Sectenkirchenbau herrscht. Die grofsen englischen Kirchenbauer der neugothischen Richtung würden jeden Auftrag, ein Sectengotteshaus zu bauen, mit Verachtung von sich gewiesen haben. Und bis in die Gegenwart ist bei den meisten englischen Architekten ein Gefühl lächelnder Mifsachtung zu beobachten, sobald die Rede auf Sectengotteshäuser kommt. Solche Gefühle wurzeln im Wesen der englischen Art: das als durchgehende Eigenschaft zu beobachtende heftige Streben, in die besitzenden Gesellschaftsklassen zu gelangen, die hohe Schätzung von Geld und gesellschaftlichem Uebergewicht bringen in England eine tiefe Geringschätzung gegenüber der Armuth und den ärmeren Klassen mit ihrem ganzen Thun und Treiben mit sich, wie sie vielleicht in keinem anderen Lande in ähnlichem Grade zu finden ist.

In neuerer Zeit macht sich auch in der Sectenbaukunst eine Wendung zum Besseren geltend. Man ist häufiger als früher in der Lage, Aufwand zu machen, und scheint mehr bereit es zu thun als in der Vergangenheit. Auch stilistisch bereitet sich ein Umschwung vor, der von der aus dem staatskirchlichen Lager herübergeholten Gothik mehr und mehr absieht und sich wieder dem klassicistischen Kleide zuwendet. Auch ganz freie Gestaltungen in den Formen ländlicher Hausbaukunst (Text-Abb. 65), in nordischer Renaissance oder in italienischer Renaissance kommen vor. Als neueste der gröfseren Sectenkirchen ist eine im Bau begriffene Congregationalistenkirche in Brighton zu erwähnen (Abb. f Bl. 46), die mit reichen Mitteln in der Form eines mächtigen Kuppelbaues errichtet wird und ein Bau zu werden verspricht, der sowohl durch seinen künstlerischen Werth, als auch durch seine Gröfse und den an ihm entfalteten Aufwand zu einem hervorragenden baukünstlerischen Werke der neueren Zeit sich gestalten wird. Vielleicht leitet der Bau auch in der Sectenbaukunst eine neue Entwicklungsstufe ein, die grundsätzlich reichere Mittel zur Verfügung stellt und sich höhere künstlerische Ziele steckt, als es bisher der Fall war.

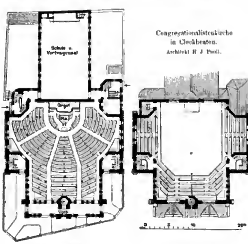
Baugesellschaften.

Für die Errichtung von Gotteshäusern und deren Nebengebäuden bestehen in allen Secten Unterstützungskassen, die im Laufe der letzten 80 Jahre meist nach dem Muster der im ersten Theile erwähnten staatskirchlichen Baugesellschaft gegründet worden sind. Die älteste derselben ist die der Baptisten, welche schon seit 1824 besteht. 1853 folgten sowohl die Congregationalisten, als die Wesleyanischen Methodisten mit ähnlichen Vereinigungen. Alle verfolgen den Zweck, den Bau von Gemeindebauten sowohl mit Geldmitteln zu unterstützen, als auch den Baulustigen Rath in Bezug auf die beste Art der Ausführung ihrer Absichten zu ertheilen. Die Unterstützung mit Geldmitteln geschieht entweder durch unmittelbare Zuweisungen aus der Hülfskasse, oder durch Gewährung von unverzinslichen Darlehen. Die Kassen knüpfen an die Gewährung solcher Vortheile gewisse Aufsichtsrechte und geben im allgemeinen den Plan für die gesamte wirthschaftliche Begründung von Bauunternehmungen den Gemeinden in die Hand. Aufser einer bei jeder Secte befindlichen Hauptkasse bestehen über das ganze Land örtliche oder provincielle Zweigkassen, die mit der Hauptkasse in Wechselbeziehung stehen. Die Einkünfte solcher Kassen schreiben sich aus den Jahresbeiträgen ständiger Mitglieder und aus zu diesem Zwecke geschehenen Vermächtnissen und Stiftungen her, ganz ähnlich, wie dies bei der staatlichen Kirchenbaugesellschaft näher beschrieben worden ist.

Alle diese Bauvereine blicken heute auf eine reiche und gesegnete Wirksamkeit zurück. Der Wesleyanische Bauverein veranstaltete im Jahre 1891 eine genaue Darstellung seiner bisherigen, sowie der wesleyanischen Kirchenbauthätigkeit überhaupt, die zu dem erstaunlichen Ergebnisse führte, dafs diese Religionsgemeinschaft in den letzten 10 Jahren 200 Millionen Mark für bauliche Zwecke aus eigenen Mitteln zusammengebracht und verausgabt hatte. Jedes Jahr wurden etwa 100 neue Kirchen gebaut, von denen die Hälfte zum Ersatz für alte Bauten, die andere Hälfte aber für neugegründete Gemeinden bestimmt war. Damals zählte diese Secte in England und Wales 8123 Kirchen mit 2075644 Sitzplätzen. Bei dieser Gelegenheit wurde überhaupt ermittelt, dafs die Secte in England und Wales allein jährlich etwa 30 Millionen Mark für ihre Gesamtkirchenzwecke unter ihren Mitgliedern erhebt, von denen sie über $2\frac{1}{2}$ Millionen für Heidenmission ausgiebt. Die Zahlen sind um so erstaunlicher, als die Mitglieder der Wesleyanergemeinden, wie die der meisten anderen Secten, sich fast ausschliefslich aus den ärmeren Bevölkerungsklassen zusammensetzen.



Build. News. Abb. 59. Ansicht.



Congregationalistenkirche in Cleckheaton. Architekt H J Paull.

Abb. 60. Grundrifs des Erdgeschosses.

Abb. 61. Grundrifs in Höhe der Emporen.

Die „Rathschläge für den Kirchenbau" der Congregationalisten

Von allen Kirchenbaugesellschaften der Secten haben es nur die Congregationalisten unternommen, praktische Rathschläge für den Bau ihrer Kirchen schriftlich niederzulegen. Die Vorschriften sind in Form eines umfänglichen Heftes erschienen*) und geben in sehr ausführlicher, aber vom technischen Standpunkte aus etwas weitschweifiger und unbestimmter Form eine Darstellung dessen, was eine congregationalistische Kirche sein soll. Sie erklären eine solche Kirche als einen Ort „für Belehrung durch die Rede, für gemeinsamen Gottesdienst und brüderliche Vereinigung" und führen aus, wie das Gebäude diesen drei Bedingungen einzeln gerecht zu werden hat. Sie geben Fingerzeige für die Wahl des Bauplatzes (der Bauplatz soll gelegen sein 1. im Herzen des Bezirkes der Gemeinde, 2. entfernt von den Kirchen anderer Gemeinden, 3. an einem in die Augen springenden Orte, er soll ferner 4. leicht zugänglich sein, 5. genügende Lichtzuführung gewähren, 6. grofs genug sein, 7. hoch liegen, 8. nicht in der Nähe störender Geräusche liegen, 9. gut gestaltet und 10. trocken gelegen sein). Für die Platzberechnung der Kirche werden mit Abrechnung von Nebenräumen, aber mit Einrechnung der Mauerstärken und Gänge 0,65 qm (sieben Geviertfufs) für den Besucher angegeben. Es wird der dringende Rath ertheilt, sich für den Bau an einen Architekten zu wenden, aber von Wettbewerben abzusehen, einen besonderen Bauführer zu ernennen, bei Einziehung von Angeboten nicht ganz allein auf die niedrigsten Preise zu sehen, bei beschränkter Bausumme allem Ornament zu entsagen, bei ganz unzureichenden Mitteln aber lieber erst ein ganz billiges vorübergehendes Gebäude zu errichten und für die Ausführung des endgültigen Baues bessere Zeiten abzuwarten. Für letzteren Fall wird empfohlen, unter Umständen die Schule oder den Vortragssaal zuerst zu erbauen und zeitweilig als Kirche zu benutzen. In Bezug auf die Plangestaltung wird als Grundform ein Rechteck empfohlen, dessen Breite etwa zwei Drittel der Länge ausmacht, Querschiffe werden als zulässig betrachtet, „in einzelnen Fällen," so heifst es, „sind auch centrale Anlagen mit Vortheil verwandt worden". Nun folgen ganz ausführliche Auseinandersetzungen der verschiedenen historischen Stile, die etwa angewandt werden könnten,

*) Practical Hints on the Erection of Places of Public Worship, compiled under the direction of the Committee of the English Congregational Chapel Building Society by Rev. J. C. Gallaway. 3. Aufl. London 1874.

Verlag von Friedr. Wolfrum, Düsseldorf.
Verlagsbuchhandlung für Architektur und Kunstgewerbe.

DER MITTELALTERLICHE
PROFANBAU
IN LOTHRINGEN.

Zusammenstellung der noch vorhandenen Bauwerke

aus der Zeit vom XII. bis zum XVI. Jahrhundert.

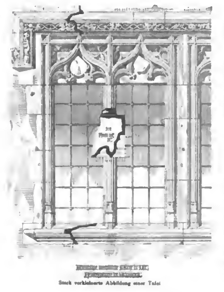
In Abbildung und kurzer Beschreibung

mitgeteilt von

WILHELM SCHMITZ.

Dombaumeister in Trier.

88 Folio-Tafeln und ein Textband zusammen in Leinwandmappe Preis 40 Mark.



Stark verkleinerte Abbildung einer Tafel

Der Verfasser schreibt über dieses mit grosser Liebe und Sorgfalt ausgearbeitete Werk in seinem Vorwort:

Bereits vor einem Jahrzehnt gelangten einige der bedeutendsten Baudenkmale mittelalterlicher Profanarchitektur Lothringens, deren Kenntnis bis dahin nur in engere Kreise gedrungen war, in dem Werke „Kunst und Altertum in Lothringen" von Dr. Fr. X. Kraus zur Veröffentlichung.

Aus naheliegenden Gründen jedoch konnte eine eingehende Würdigung derselben in dem Rahmen vorgenannten Werkes nicht stattfinden, und daher hat der Verfasser dieser Arbeit den Versuch gemacht, an der Hand obengenannter Arbeit von Kraus die baulichen Ueberreste der lothringischen Profanarchitektur, die sich besonders in Metz vor den Zerstörungen der beiden letzten Jahrhunderte noch bis auf unsere

Tage gerettet haben, durch eingehende Aufnahmen nebst Beigabe von kurzer Beschreibung näher zu beleuchten. Die höchst eigenartige mittelalterliche Architektur Lothringens, welche dank des in den Brüchen in nächster Umgebung von Metz zu Tage geförderten dauerhaften Kalkstein-Materials eine aussergewöhnlich feine Profilierung gestattet, verdient sicherlich Anspruch auf ein reges Interesse besonders von Seiten des schaffenden Architekten.

Die Zusammenstellung des reichhaltigen Materials ist in chronologischer Weise erfolgt, und dem Werke ist ausser einem Verzeichnis der Abhandlungen auch ein Sachregister beigefügt, um den vielseitigen Stoff mit leichter Mühe auffindig zu machen.

So mögen denn die vorliegenden architektonischen Aufnahmen, welche nur in den Mussestunden ihre Entstehung fanden, das Interesse und die Vorliebe für Erhaltung der seither weniger bekannten mittelalterlichen Profangebäude Deutsch-Lothringens in weiteren Kreisen fördern und heben.



Stark verkleinerte Abbildung einer Tafel

Verzeichnis der Abhandlungen.

mit Abwägung der vermeintlichen Vor- und Nachtheile der einzelnen Stile. Das Behagen und die Liebe, mit welcher gerade dieses Capitel behandelt ist, verräth das naive Laienthum des Verfassers, das sich besonders auch in den weiteren Abschnitten zu erkennen giebt, in denen man nach klaren technischen Angaben mit Eifer aber vergeblich sucht. Im übrigen sind aber die allgemeinen Fingerzeige für Construction, Wahl der Baustoffe usw. nicht schlecht, wenn sie technisch auch nichts Neues und nicht einmal etwas bieten, was auf die besonderen beim Sectenbau vorliegenden Zwecke zugeschnitten wäre. Im allgemeinen sieht man die rein sachlichen Gesichtspunkte zu häufig überwuchert von ästhetisirenden und besonders stilmachenden Neigungen. In Bezug auf die Stellung von Rednerpult und Abendmahlstisch werden die bekannten, weiter hinten zu erwähnenden Gesichtspunkte der Secten aufgestellt (beim Rednerpult wird die Engigkeit der üblichen Kanzeln verurtheilt und etwas Bewegungsfreiheit für den Redner gefordert), für Sitzanordnung wird als Mindestmafs der Bankabstände $76^1/_2$ cm angegeben. Emporen werden nicht ohne Bedauern als zulässig erklärt, mit dem Zusatz übrigens, dafs eine dem Redner gegenüber angebrachte Empore die Hörigkeit des Raumes verbessere. Die Angaben über die Stellung der Orgel sind ganz unbestimmt gelassen. Die Stellung auf einer Empore in der Mittelachse angesichts der Gemeinde wird gut geheifsen, jedoch der Aufstellung eines Sängerchores an dieser Stelle widersprochen, einmal weil derselbe die Aufmerksamkeit der Gemeinde zu sehr fesseln würde, dann aber auch, weil die unmittelbare Nähe so vieler Menschen den Prediger stören würde. Eine Empore für Orgel und Sänger gegenüber dem Redner (also im Rücken der Gemeinde) wird mehr empfohlen und als einziger Gegengrund die Wegnahme der Lichtquelle an dieser Stelle erwähnt. Schliefslich wird gesagt, dafs die Orgel aus Temperaturgründen am besten im Erdgeschofs aufgebaut würde, und also etwa in einer Nische im Rücken des Predigers oder zur Seite desselben ihren Platz finden könne, wobei die Sänger am besten hinter Vorhängen sitzen würden. Es folgen für Laien berechnete Angaben über Beleuchtung, Heizung und Lüftung der Kirchen, sowie über Feuersicherheit, Akustik, die technisch nichts Bemerkenswerthes bieten. Die Fingerzeige über die Anlage von Nebenräumen, denen doch in den Sectenkirchen eine ungemeine Bedeutung zufällt, sind ganz auffallend spärlich. Im allgemeinen wird derjenige, der eine sachliche Darlegung der springenden Punkte des Sectenkirchenbaues erwartet, das Schriftchen nicht ohne Enttäuschung aus der Hand legen. Der Verfasser ist zu sehr davon ausgegangen, eine Art „wirklicher Kirche" anzustreben, er neigt nach der Staatskirche hin oder steht doch unbewufst unter dem Banne der Vorstellung des englischen staatskirchlichen Typus, dem er die Sectenkirche anzupassen sich gedrungen fühlt. Glücklicherweise ist diese Richtung gerade auf die bemerkenswerthesten Beispiele des englischen Sectenbaues ohne Einflufs geblieben, deren Urheber die vorliegenden sachlichen Gesichtspunkte besser beurtheilten als der das Schriftchen verfassende congregationalistische Pfarrer. Und auch im allgemeinen sieht man in der Praxis auf schärfere Betonung der eigentlichen, das Wesen der Sectenkirche ausmachenden Grundsätze, als es in dem Schriftchen geschehen ist. Das aus den besten Sectenbauten zu gewinnende Bild der Sachlage ist daher ein günstigeres, als das aus dem Lesen des Schriftchens sich ergebende.

B. Besonderes.

Die Gesamtanlage

Bei Betrachtung der Bauten der verschiedenen Secten erscheint es kaum nöthig, irgend einen Unterschied zwischen den Häusern der einzelnen Religionsgemeinschaften innezuhalten. Wie deren Gottesdienst und Gemeindeleben im wesentlichen übereinstimmt, so ähneln sich auch ihre Cultusstätten und Gemeindebauten in allen wesentlichen Grundzügen so sehr, dafs ein Austausch derselben unter den verschiedenen Secten ohne alle Schwierigkeiten vorgenommen werden könnte. In einem ganz ausgesprochenen Gegensatze stehen die Sectenkirchen dagegen zu den englischen Staatskirchen.

Von diesen unterscheiden sie sich am auffallendsten durch eine Anzahl von Nebenbaulichkeiten, die bei keiner

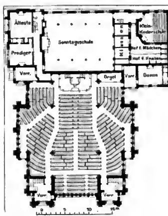


Abb. 62. Congregationalistenkirche in Newcastle-on-Tyne.
Architekt T. L. Banks.

Sectenkirche fehlen, die aber die Staatskirche bisher nicht kannte und erst neuerdings, in unbestreitbarer Anlehnung an die Sectenkirchen, hier und da anzunehmen beginnt. Dahin gehört vor allem die Sonntagsschule, ein grofser Vortragssaal und eine Reihe anderer zu geselligen oder Berathungszwecken dienender Räume. Die Verbindung dieser Räume mit der Kirche ist verschieden und richtet sich im wesentlichen nach der Gestalt des Bauplatzes. Die stets erstrebte Anlage ist die Nebeneinanderordnung. In Städten mit beschränkter Grundfläche ist man indes häufig zu einer Uebereinanderordnung gezwungen und verlegt dann in der Regel die Nebenräume in ein niedriges Erdgeschofs, über dem man die Kirche anordnet.

a) Die Kirche.

Programm.

Für die allgemeine Gestalt der Kirche ist, wie schon erwähnt, in jedem Falle die Forderung mafsgebend, dafs von jedem einzelnen Kirchenplatze aus gutes Hören der Predigt und, was damit zusammenhängt, gutes Sehen des Predigers möglich sei. Dieser Forderung ordnet sich jede andere Rücksicht unter. Man geht daher darauf aus, alle Plätze im engsten Zirkel um das Rednerpult, dem fast stets eine axiale

liche Fälle tritt das Taufbecken nicht in Erscheinung, da es in Fufsbodenhöhe durch einen Dielenboden abgedeckt ist.

Orgelstellung.

Die Einführung der Orgel in die Sectenkirchen ist neueren Ursprungs, und dieser neue Bestandtheil hat, wie schon aus den Rathschlägen des congregationalistischen Bauvereins hervorgeht, noch keinen vollständig gesicherten Platz. In neun von zehn Fällen nimmt sie zwar die Wand angesichts der Gemeinde ein und ist symmetrisch zur Mittelachse angeordnet. Diese Stellung würde einwandfrei sein, wenn nicht eine andere Frage, die der Aufstellung des Sängerchores damit in Widerstreit zu gerathen anfinge. Der Sängerchor ist eine noch neuere Einrichtung als die Orgel. Für ihn in der Nähe der wie oben aufgestellten Orgel Platz im Erdgeschofs zu schaffen, ist schwierig, besonders wenn man, wie es gefordert

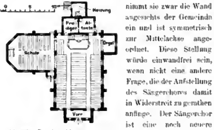


Abb. 68. Baptistenkirche in Acton Bridge. Architekt F. P. Dalsall.

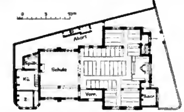
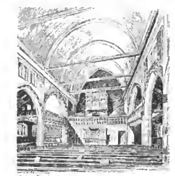


Abb. 69. Walliser Congregationalistenkirche in Bootle. Architekt O. Roberts.

schieht, verlangt, dafs der Orgelspieler zugleich die Leitung des Chores übernimmt. Man bringt wohl am häufigsten den Chor auf beiden Seiten der erhöhten Plattform unter, womit eine ähnliche Einrichtung geschaffen ist wie bei der Staatskirche. Manchmal sitzen die Sänger auch zu ebener Erde hinter dem Rednerpulte. Die beste bis jetzt gefundene Lösung der Frage ist wohl die, die Orgel und den Sängerchor auf einer hinter dem Redner befindlichen Empore unterzubringen (Text-Abb. 70), eine Anordnung, die von den besten Architekten stets bevorzugt worden ist. Wenn Emporen vorhanden sind, führt man dann wohl die erste Empore rings um die vier Wände des Gebäudes herum, wobei man den Raum unterhalb der Orgelempore, der für Sitzplätze ziemlich unbrauchbar ist, weil die Zuhörer im Rücken des Redners sitzen würden, durch geschlossene Holzwände abtrennt (wie in Text-Abb. 70) und zu den Sacristeien für den Prediger und die Aeltesten oder zu andern Zwecken ausnutzt. Man führt gegen die Anordnung allerdings den Umstand an, dafs der so vor die Augen der Gemeinde gestellte Chor die Andacht derselben störe. Das naheliegende Mittel, durch besondere Vorkehrungen die Sänger den Blicken der Gemeinde ganz oder theilweise zu entziehen, ist wohl noch nicht versucht worden. Wohl aber hat man infolge solcher Empfindungen in einzelnen Beispielen die Anordnung wieder aufgegeben und ist entweder zu einer seitlichen Stellung von Orgel und Sängerchor übergegangen, wie sie die Staatskirche hat, oder man hat den Chor, unabhängig von der Orgel, auf die Rückempore verlegt, eine wegen des Auseinanderreifsens der beiden Musikquellen ganz unzulässige Anordnung. Die Orgel selbst auf diese Rückempore zu verlegen, ist wohl bisher nur in verschwindend wenig Fällen versucht worden, obgleich diese Stellung in den Kirchen des 18. Jahrhunderts die übliche war. Wenn die Orgel, was jetzt häufiger geschieht, seitlich der Plattform angebracht ist, so steht sie entweder frei an der Wand, oder in einem Kreuzarme, einer Nische oder sonstwie. Der oft aufgestellten Forderung, dafs der Spieler zugleich die Leitung des Chores übernehmen solle, kommt man in allen Fällen leicht dadurch nach, dafs man den Spieltisch so anlegt, dafs der Spieler mit dem Gesicht nach den Sängern hin gerichtet ist, die Orgel also im Rücken hat, was bei der elektrischen Uebertragung keine Schwierigkeiten macht. Wie sich die Frage der zweckmäfsigsten Aufstellung von Orgel und Chor noch entwickeln wird, läfst sich vorläufig weder bei der Staatskirche noch bei den Secten absehen. Es ist sehr zu bedauern, dafs der bei den letzteren schon feststehende Gebrauch, die Orgel in der Hauptachse angesichts der Gemeinde aufzustellen, durch die Platzfrage des Sängerchores wieder etwas erschüttert worden ist. Es steht aber zu hoffen, dafs für die letztere eine Lösung gefunden werden wird, ohne die Orgel aus der ihr natürlich zukommenden Stellung angesichts der Gemeinde wieder zu entfernen.

Nachahmung staatskirchlicher Anordnungen.

Freilich ist heute bei den Secten an mehr als einer Stelle ein gefährlicher Zug bemerkbar, in ihren Häusern die Anordnungen der Staatskirche nachzuahmen. Man baut schon tiefe Chornischen wie dort, rückt das Rednerpult an die Seite und giebt ihm die Form einer Kanzel, errichtet die ganze Kirche als Basilika, trennt den erhöhten Sitz durch ein Gitter ab wie dort, sucht die Emporen zu vermeiden, richtet das Gestühl zum Knieen ein oder ersetzt es überhaupt durch jene losen Stühle, die die Hochkirche heute als kirchlicher betrachtet als festes Gestühl. Der Thurm, der keine Glocken trägt, ist schon lange zur Gewohnheit geworden. Und so scheint Schritt für Schritt eine Annäherung statt-


Abb. 70. Inneres der Congregationalistenkirche in Muswell Hill, London. Arch. Morley Horder.

zufinden, die die merkwürdige menschliche Schwäche auch bei den Secten enthüllt: das Sehnen des durch eigene Kraft Emporgekommenen nach den ohne eigenes Verdienst in Besitz gehaltenen Ueberlieferungen des Altangesessenen.

Constructives.

In constructiver Beziehung ist zu dem schon bei Betrachtung der Staatskirchen Erwähnten nichts Wesentliches hinzuzufügen. Die Raumüberdeckung geschieht auch hier fast vollständig in Holz, und Steingewölbe dürften zu den großen Seltenheiten gehören. Für die Construction der Emporen greift man, falls sie frei in den Raum eingebaut sind, häufig zu Eisen, das man dann als solches in Erscheinung treten läßt. Das Bestreben geht jedoch auch in England dahin, die Emporen lieber organisch in den Bau einzufügen. Allzuviel gute Lösungen sind indes hierfür noch nicht vorhanden. Es fehlt wie bei den Staatskirchen auch hier dem englischen Architekten an planggestaltendem Unternehmungsgeist. Besondere Sorgfalt wird stets der Heizung und Lüftung des Raumes gewidmet. Für die erstere kommt, obgleich es sich hier nicht um Dauerheizung handelt, immer allgemeiner die Warmwasserheizung in Aufnahme, und zwar mit Anordnung von Heizkörpern, statt, wie es früher geschah, von Warmwasserröhren in Fußbodencanälen. Für die Lüftung führt man stets Frischluft zum Theil durch regelbare Oeffnungen in den Fensterbänken, zum Theil hinter den Heizkörpern ein und sorgt durch Absaugung am First für die Entlüftung. Häufig benutzt man den Thurm dazu, um durch Hochführung des Saugerohres den Abzug zu verstärken. Eine sehr bemerkenswerthe Einrichtung trifft augenblicklich James Cubitt in einer seiner Kirchen. Um den bei nur zeitweilig geheizten Räumen häufig beobachteten Zug von oben zu verhindern, der dadurch entsteht, daß die aufsteigende warme Luft gegen die senkrechte Decke prallt und die dort befindliche kalte zum plötzlichen Heruntersinken veranlaßt, ordnet er den Rücken des Deckengewölbes ansteigend und am höchsten Punkte desselben den Abzugsschlot an. Auf diese Weise glaubt er ein Mitreißen der kalten Luft durch den in seinem fortlaufenden Steigen nicht gehinderten warmen Luftstrom herbeiführen zu können.

Innere Ausstattung.

Die innere Ausstattung ist bei den Sectenkirchen stets ungemein einfach. Als Verglasung wählt man eine ganz anspruchslose Bleiverglasung mit kleinen Scheiben, farbiges Glas gehört zu den Seltenheiten. Im Innern sucht man durch viel Holz eine warme, anheimelnde Stimmung zu erzielen. Hierzu trägt in der Regel sowohl die Ausstattung der Plattform mit Tisch, Rednerpult und Orgel bei, die ganz in Holz gehalten ist, als auch die meist hölzerne Emporenconstruction und in vielen Fällen eine hölzerne Bekleidung der Wände bis in Brüstungs- oder Kopfhöhe. Das Holz wird meist in mitteldunklen Beiztönen gehalten, oft auch hell gelassen.

Eingänge.

Die Frage der Eingänge ist bei den Sectenkirchen meistens vorzüglich geregelt. Fast immer gelangt der Eintretende zunächst in einen geräumigen vorgelegten Gang (Text-Abb. 60), von dem aus erst das Kircheninnere betreten wird. Hier und da ziehen sich auch noch Gänge längs der beiden Seiten des Kirchenschiffes hin, ähnlich wie bei einem Theater. Die Maße der Ein- und Ausgänge, Treppen zu den Emporen usw. regeln in London und in andern Städten polizeiliche Vorschriften, die im ersten Theile dieser Arbeit näher erwähnt sind. Als Eigenthümlichkeit dieser Vorschriften verdient hier vielleicht noch hervorgehoben zu werden, daß alle Nothausgänge mit sich selbst öffnendem Verschluß versehen sein müssen. Die Einrichtung ist derart, daß eine an der Innenseite in Ellbogenhöhe angebrachte, etwas hervorstehende Messingstange, gegen die sich naturgemäß der erste Druck der Menge äußern wird, das Aufgehen beider Flügel selbstthätig bewirkt, wenn gegen sie energisch gepreßt wird. Von außen sind solche Thüren nur durch Schlüssel zu öffnen.

b) Die Nebenräume und Nebenanlagen der Sectenkirchen.

Räume in unmittelbarer Verbindung mit der Kirche.

Von den Nebenräumen der Sectenkirchen sind als zur Kirche im engeren Sinne gehörig der Raum für den Prediger und derjenige für die Aeltesten (Diakonen) zu betrachten. Der erstere entspricht unserer Sacristei und hat die bei der Staatskirche erwähnten Einrichtungen mit Ausnahme der dort befindlichen reichlichen Kleidergelasse. Er liegt gewöhnlich symmetrisch zu dem der Diakonen, der, wenn möglich, etwas größer gestaltet ist, um dort auch Sitzungen der Gemeindeausschüsse abhalten zu können. Bei umfangreicheren Anlagen sind für letzteren Zweck übrigens eine Reihe besonderer Zimmer vorhanden. Nie fehlen neben dem Zimmer des Predigers und der Aeltesten Aborte und Waschgelegenheiten, wie denn überhaupt die Nebenanlagen stets einen großen Sinn für Zweckmäßigkeit verrathen. Die Nothwendigkeit eines besonderen Versammlungszimmers für den Chor hat sich noch nicht herausgestellt, da der Chor, wie auch der Prediger, eine besondere Amtskleidung nicht hat. Dagegen legt man gern ein Schrankgelaß für die Noten an. Uebrigens mehren sich die Stimmen, welche einen besonderen Versammlungsraum für den Chor in unmittelbarer Verbindung mit der Kirche verlangen. Als Uebungsraum für denselben dient jetzt meist irgend ein Berathungszimmer. Zu den vorgenannten Räumlichkeiten tritt meist noch ein Geschäftszimmer für den Secretär der Gemeinde, das naturgemäß nahe am Eingang zu liegen hat. Ferner wird es für außerordentlich erwünscht gehalten, noch einen besonderen Raum für Wochen- und kleinere Andachten zur Verfügung zu haben, der sich jedoch, ebenso wie der größere Saal für die jährlichen Gemeindeversammlungen, meist in den weiterhin zu betrachtenden Geselligkeitsräumen von selbst ergiebt.

Geselligkeitsräume.

Die Anzahl solcher, vorwiegend den mit der Kirche verbundenen Geselligkeitszwecken dienender Räume ist in den einzelnen Fällen außerordentlich verschieden und richtet sich ganz nach den besonderen Richtungen, Neigungen und dem Maß der außerkirchlichen Thätigkeit der einzelnen Gemeinden. Oft ist nur der übliche „Vortragssaal" (*lecture hall*) vorhanden, der sich allen Zwecken anzupassen hat, oft kommen jedoch so viele Nebenräume jeder Art hinzu, daß die Gesamtgrundfläche der Geselligkeitsräume die der eigentlichen Kirche nicht selten um ein mehrfaches übertrifft (Text-Abb. 73). Dies ist besonders der Fall, wenn mit der Kirche alle jene weiter vorn erwähnten Clubeinrichtungen verbunden sind, die eigentlich jede Gemeinde anstrebt. Im Falle des Vorhandenseins eines Arbeiterclubs, eines christlichen Vereins junger Männer, eines Mädchenvereins usw. ist dann für Versammlungszimmer, für Bücherei und Leseräume, für Spielzimmer (in denen Billard

und Schach gespielt wird) zu sorgen. Es macht sich ferner ein Raum für Erfrischungen nöthig (die natürlich auf nichtalkoholische beschränkt bleiben). In manchen Kirchen geht



Builder. Abb. 71. Methodistische Sonntagsschule in Tottenham. Architekt Ch. Bell.

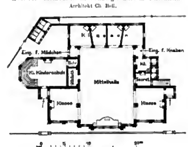
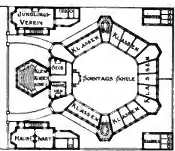


Abb. 72. Methodistische Sonntagsschule in Tottenham.

man noch weiter und schafft Einrichtungen für Turnhallen, Liebhaberphotographie, Musikzimmer für Dilettanten, Orchesterübungsräume. Man betrachtet keine harmlose Vergnügung als zu weltlich, um ihr nicht im Schofse der Gemeinde eine Stätte zu schaffen und so das Band der Gemeindemitglieder immer dichter zu schlingen.

Vortragssaal. Aber auch wo derartige weitausgreifende Unternehmungen fehlen, ist doch stets eine kleinere Gruppe von Geselligkeitsräumen vorhanden, die sozusagen den eisernen Bestand jeder Sectenkirche bilden. Dahin gehört der Vortragssaal. Er hat einen erhöhten Platz mit einem Rednerpult und wird ebensowohl zu Vorträgen, als zu musicalischen Aufführungen, Gemeindeversammlungen, zur Abhaltung von „Theegesellschaften“ usw. benutzt. Zu letzterem Zwecke ist stets eine Theeküche in der Nähe vorhanden, sowie die nöthigen Aufbewahrungsräume für Geschirr usw. Für Vorträge hat der Saal alle zur Vorführung von bildlichem Anschauungsmaterial nöthigen Einrichtungen wie Wandtafeln, einen Schirm für Projectionsbilder usw. Aufser dem Saal ist meist ein besser ausgestatteter Empfangs- und Gesellschaftsraum vorhanden, „*Church Parlour*“ genannt, ferner häufig eine Gemeindebücherei, und, wo weitere Geselligkeitsräume fehlen, immer eine Anzahl gröfserer Versammlungszimmer, welche für die kleineren Gemeindeunternehmungen wie den „Verein der Mütter“, die Wohlthätigkeitsausschüsse usw. bestimmt sind.

Sonntagsschule. Die wichtigste Nebenanlage der Sectenkirche ist die nie fehlende Sonntagsschule. Die Einrichtung der Sonntagsschule ist americanischen Ursprungs, und dort sind auch heute noch die vollkommensten Einrichtungen zu finden, denen sich die englischen Sonntagsschulen im besten Falle anschliefsen. In England wurde die erste Sonntagsschule 1780 gegründet. Die Einrichtung ist recht eigentlich ein Kind der Secten und wurde von diesen zu ihrer jetzigen Ausbildung entwickelt, wenngleich in neuerer Zeit sich auch die englische Staatskirche der Sache angenommen hat und das Sonntagsschulwesen in ähnlicher Weise zu pflegen beginnt wie die Secten. Für eine Sonntagsschule liegt folgendes Bauprogramm vor. Es ist ein Raum zu schaffen, der gleichzeitig die Versammlung einer gröfseren Anzahl von Kindern, sowie den Einzelunterricht derselben in kleinen Gruppen von 8 bis 10 ge-



stattet, so jedoch, dafs dieser Einzelunterricht jeder Gruppe von einer bestimmten Stelle aus einheitlich überwacht werden kann. Man erfüllt dieses Programm dadurch, dafs man, wie in Text-Abb. 72 u. 73, einen Mittelraum anlegt, an den sich rings herumlaufend einzelne Kojen anschliefsen. Die Trennungswände der letzteren sind dazu häufig strahlenförmig angelegt, wodurch die Kojen zu dem erhöhten Platz des Mittelraumes sichtlich in Beziehung gebracht sind. Ein vollkommenes Beispiel dieser Art bildet die Sonntagsschule der Congregationalistenkirche in Upton (Text-Abb. 73). Die Vorderwände der Klassen sind offen gelassen, damit der auf dem erhöhten Platz sitzende Director die einzelnen Klassen überwachen kann.

Abb. 73. Congregationalistenkirche in Upton. Architekt T. L. Banks.

Es sind jedoch zumeist Einrichtungen getroffen, diese Vorderwände auch zeitweilig zu schliefsen und so von dem Mittelraum ganz abzusondern. Diese geschieht entweder durch Vorhänge oder die weiter hinten zu betrachtenden Schiebewände. Aufser diesen gewöhnlichen Klassenräumen, die nur bewegliche Stühle und einen Tisch aufweisen (Pulte sind nicht erwünscht) und für Kinder von 7 bis 13 Jahren dienen, wird bei jeder Sonntagsschule noch ein besonderer Raum für die ganz Kleinen (4 bis 7 jährigen Kinder) gewünscht. Dieser hat immer amphitheatralisch ansteigendes festes Gestühl, ist viel gröfser als die gewöhnlichen Klassen und wird mit Vorliebe etwas abseits gelegt, damit die lärmendere Art des Umgangs mit den Kleinen die andern Klassen nicht stört. Man ordnet die Kleinkinderschule meist aufserhalb des Zuges der übrigen Klassen an, indem man entweder einige Räume anderer Art zwischen sie und die Klassen legt wie in Text-Abb. 72 und 73, oder für sie ein besonderes Gebäude errichtet, wie in Text-Abb. 62. Ferner werden zumeist einige gröfsere Klassen für halberwachsene Schüler (solche von 13 bis 17 Jahren) oder für solche Erwachsene verlangt, die eine besondere christliche Belehrung wünschen. Am liebsten werden solche Klassen nahe dem Haupteingang des Gebäudes angelegt und sind besonders zugänglich. An nothwendigen Nebenräumen ist das Zimmer des Directors und das des Sonntagsschulsecretärs zu erwähnen, ferner ein Gelafs für eine kleine Büchersammlung. Aufserhalb und von einem Hofe zugänglich sind getrennte Abortanlagen für Knaben und Mädchen nöthig, deren Anordnung sich von gewöhnlichen Schulaborten nicht unterscheidet. Als dringend erwünscht wird ein Raum betrachtet, in welchem eine Unterweisung und Vorbereitung der Sonntagsschullehrer durch den Prediger erfolgen kann. Schliefslich ist die Anlage einer Galerie erwünscht, von der aus die Eltern besonderen Veranstaltungen der Sonntagsschule beiwohnen können. Sie wird zumeist über den das Erdgeschofs einnehmenden Klassen, oder über einem Theile derselben angebracht. Hier und da gehen indes die Klassen durch zwei Stockwerke, wobei dann nur eine Seite des Saales, etwa die dem Rednerpult gegenüberliegende, für die Galerie freigegeben wird.

Bewegliche Wände.

In der Construction der Sonntagsschule sowie überhaupt der kirchlichen Lehrklassen ist die wichtigste Eigenthümlichkeit die Anordnung verschiebbarer Vorder- oder auch Zwischenwände, eine Einrichtung, die in England auch in Schulen und Versammlungsräumen anderer Art ganz alltäglich ist, bei uns aber noch ziemlich unbekannt zu sein scheint. Die häufig wechselnden Bedürfnisse dieser Klassen sowie des Schul- und Gemeindelebens überhaupt liefsen eine gewisse Dehnbarkeit der Anlage ganz besonders erwünscht erscheinen. Man erreicht sie eben durch bewegliche Wände, durch welche man leicht zwei kleine Räume zu einem gröfseren machen, einem Saal ein Zimmer anschliefsen, ja selbst, wie bereits erwähnt, den Vortragssaal oder die Mittelhalle der Sonntagsschule zur Kirche hinzuziehen kann. Die verschiedenen Einrichtungen hierfür lassen sich in zwei Klassen theilen: in Rollladenverschlüsse und verschiebbare Wände. Die ersteren sind ganz und gar nach der Art der Strafsenverschlüsse unserer Läden eingerichtet, indem an der Stelle, wo die Abtrennung stattfinden soll, Rollladenkästen an der Decke angebracht sind, aus denen der Rollverschlufs heruntergezogen wird. Man bedient sich hierzu einer Stange mit einem Haken, welcher in eine aus dem Kasten herausragende Oese fafst. Der Verschlufs hat den Vortheil, in aufgerolltem Zustande keinen Platz von der Grundfläche des Zimmers wegzunehmen. Die Kosten betragen für die fertig angebrachte Einrichtung 32 bis 36 ℳ für das Quadratmeter. Ein vollkommenerer und auch für das Aussehen angenehmerer Verschlufs ist der der zusammenklappbaren Schiebewände (Text-Abb. 74). Die Einzeltheile der Wand sind gegen einander in Charnieren beweglich, und jeder Theil wird in seiner senkrechten Mittelachse oben und unten in einer Nuth festgehalten. Die Führung geschieht aufs leichteste, da neuerdings für die Achsen der Bewegungsräder Kugellager angewandt werden.*) Die Thüren falten sich senkrecht zur Nuth seitlich an die Wand und können sofort durch eine einzelne Person zum Abschlufs des Zimmers auseinandergezogen werden. Dieser Verschlufs durch Schiebewände hat den grofsen Vortheil, dafs die Wände, wie es zumeist geschieht, in ihrer oberen Hälfte verglast werden können und so die Lichtzufuhr nach einem nach dem Innern des Gebäudes hin abgegrenzten Theile ermöglichen. Mit Hülfe dieser Schiebewände kann auf diese Weise, wie die Text-Abb. 75 veranschaulicht, ein Saal vollständig in Klassen aufgetheilt werden. In einzelnen Abtheilungen der Wand sind Verbindungsthüren angebracht. Andere Arten von Abschlüssen bestehen in gröfseren unverbundenen Thüren, welche in der Nuth einzeln an ihren Platz geschoben werden. Der Preis für Schiebewände beträgt 27 bis 35 ℳ fertig eingerichtet.

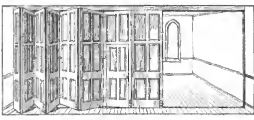


Abb. 74. Zusammenklappbare Schiebewände.

Abb. 75.
A zusammengeklappte, B aufgeklappte Wände



In vielen Fällen, besonders wenn es sich um kleinere Anlagen handelt, mufs die Sonntagsschule zugleich als Vor-

*) Wilks' Patent, The North of England School Furnishing Co., Darlington, ferner Peace u. Norquoy, Manchester, und verschiedene andre Firmen.

trags- und Geselligkeitssaal sowie zu Gemeindeversammlungen dienen. Dann hat der Mittelraum derselben dem doppelten Zweck angepafst zu werden, die nöthigen Nebenräume, wie Küche usw. treten dann neben den Klassen auf, wie dies in dem Beispiele Text-Abb. 72 der Fall ist.

Verbindung von Kirche und Nebenanlagen.

Die Nebenanlagen stehen mit der Kirche in den meisten Fällen in unmittelbarer Verbindung, nur selten kommt eine örtliche Trennung vor, die auch schon aus Verwaltungsgründen unbeliebt ist. Ist sie unvermeidlich, so giebt man dem Sonntagsschulgebäude gern ein halbkirchliches Gepräge, wie es die in den Text-Abb. 55 und 71 dargestellten, alleinstehenden Sonntagsschulen aufweisen. In den gewöhnlichen Fällen einer festen Verbindung mit der Schule strebt man, wie erwähnt, der Nebeneinanderordnung statt der Uebereinanderordnung zu. Die erstere giebt dann stets Gelegenheit zur Entwicklung einer anziehenden Gebäudegruppe und bildet eine architektonisch höchst dankbare Aufgabe. Sie entsprechend zu lösen, ist in vielen Fällen recht gut gelungen (Text-Abb. 56, Abb. 1 u. 3 Bl. 44 u. a.), und es liefse sich eine ganze Blüthenlese ansprechender Bauten aus den vorhandenen Beispielen zusammentragen, die als musterhaft gelten können. Die architektonische Schwierigkeit liegt ja in solchen Fällen wohl meist darin, den Kirchentheil kirchlich und den profanen Theil profan zu gestalten und doch dem Ganzen einen einheitlichen Ausdruck zu geben. Anderseits wird aber gerade die gröfsere Bedeutung der Kirche, die sich ja auch schon in den gröfseren Höhenmafsen ausspricht, eine natürliche Handhabe geben, die ganze Baugruppe von dieser beherrschen zu lassen und so dem Gedanken sinnbildlich Ausdruck zu geben, dafs das ganze auf Menschenfreundlichkeit, brüderliche Unterstützungsbereitschaft und harmlose Geselligkeit gerichtete Gemeindeleben die kirchliche Gemeinschaft zum Mittelpunkte hat, und dafs die Kirche nicht nur eine Stätte der Anbetung, sondern auch die natürliche Beherrscherin, der Ausgangspunkt und der Inbegriff aller Menschlichkeitsbestrebungen zu sein hat.*) (Schlufs folgt.)

*) Die hier erörterten Grundsätze des Sectenkirchenbaues werden in einer weiteren Reihe von Beispielen Erklärung finden, die aus Platzmangel leider erst im Schlufstheil veröffentlicht werden können.

Das Flufsbau-Laboratorium der Königl. Technischen Hochschule in Dresden.

(Mit Abbildungen auf Blatt 47 bis 49 im Atlas.)

Als ich im Herbst 1890 mein Lehramt an der Technischen Hochschule in Dresden antrat, wurde mir das hydraulische Laboratorium der mechanischen Abtheilung zur Vornahme von Versuchen über das Wesen und Verhalten der natürlichen Wasserläufe bereitwilligst zur Verfügung gestellt. Da diese Versuche in ihrer Art gänzlich neu waren und es daher zweifelhaft erschien, ob sie überhaupt zu brauchbaren Ergebnissen führen würden, so war es geboten, unter Aufwendung möglichst geringer Mittel, d. h. in möglichst kleinem Mafsstabe den Anfang zu machen. Es kam eben zunächst nur darauf an zu erfahren, ob der eingeschlagene Weg zu weiterer Verfolgung ermuthigen würde oder nicht. Ein etwa 6 m langes Zinkblechgerinne von 40 cm Breite und 10 cm Höhe, das auf einem tischartigen hölzernen Träger aufruhte und zusammen mit diesem eine beliebige Längenneigung erhalten konnte, wurde, nachdem der flache Gerinneboden mit einer Sandschicht bedeckt war, durch Vermittlung eines Hochbehälters mit Leitungswasser gespeist. Am Ende des Gerinnes befanden sich ein Sandfang und Eichgefäfs; das war im wesentlichen die ganze Versuchseinrichtung. Die in diesem Gerinne von mir angestellten Untersuchungen über den Schutz von Strompfeiler-Fundamenten gegen Unterspülung habe ich in dieser Zeitschrift veröffentlicht.[1]) Aber schon vorher hatte mir das Gerinne werthvolle Aufschlüsse über das Wesen und Verhalten der natürlichen Wasserläufe gegeben, Aufschlüsse, die ich in einem Beitrage zum internationalen Ingenieur-Congresse in Chicago 1893 verwerthen konnte.[2]) Vor allem aber hatte ich erkannt, ein wie wichtiges, ja unentbehrliches Hülfsmittel für meine Vorlesungen schon das kleine Laboratorium gebildet hatte. Anderseits aber hatte sich auch herausgestellt, dafs das Laboratorium nicht gleichzeitig meinen Zwecken und denen der Maschinenbau-Abtheilung dienen konnte. Ich mufste mich bei meinen Arbeiten hauptsächlich auf die Ferien beschränken, werthvolle und langwierige Versuche erlitten häufig eine sehr unliebsame Unterbrechung. Auch war der verfügbare Raum zu klein, um einer gröfseren Zahl von Studirenden Versuche vorführen zu können.

Mittlerweile war die Errichtung eines Gebäudes für die Zwecke der Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege und des hygienischen Unterrichts an der technischen Hochschule auf dem Grundstücke der letzteren beschlossen worden, und dank dem Entgegenkommen der betheiligten Behörden wurde mir ein gröfserer und hellerer Kellergeschofsraum im besagten Neubau für die Errichtung eines „Flufsbau-Laboratoriums" überwiesen. Das letztere konnte im October 1898 in Betrieb genommen werden.

Zweck des Laboratoriums.

Wissenschaft und Kunst des Wasserbaues sind auf Beobachtung und Erfahrung aufgebaut. Der Wasserbaumeister soll bei seinen baulichen Mafsnahmen Naturkräfte so leiten und bis zu einem gewissen Grade beherrschen, dafs der Zweck dieser Mafsnahmen in möglichst wirthschaftlicher Weise und möglichst vollkommen erreicht wird. Dazu bedarf es aber in erster Linie der Kenntnifs der Naturvorgänge selbst, einer Kenntnifs, die nur durch Beobachtungen erlangt werden kann. „Die unbefangene und methodische Untersuchung, die von genauen Beobachtungen ausgeht, ist aber nichts anderes, als die Theorie in der wahren Bedeutung des Wortes", so sagt G. Hagen in dem klassischen Vorwort zur 1. Auflage seines Seeufer- und Hafenbaues. Das Laboratorium ist nun hauptsächlich in der Absicht angelegt, solche genauen Beobachtungen auf einem bisher experimen-

1) Vgl. Jahrg. 1894 d. Zeitschr. S. 407 ff. u. Atlas-Bl. 52 u. 53.
2) Civil-Ingenieur, Jahrg. 1893 S. 563 und Centralblatt der Bauverwaltung Jahrg. 1894 S. 66 u. 82, 83.

teil noch wenig betretenen Gebiete zu ermöglichen, d. h. die Wirkungen des fliefsenden Wassers auf die Gestaltung der beweglichen Flufssohle mit und ohne Einwirkung von Flufsbauwerken zu erforschen. Wenn auch über die Nothwendigkeit solcher Forschungen unter den Fachgenossen keine Zweifel bestehen werden, so kann ich es mir doch nicht versagen, aus dem vorerwähnten Hagenschen Vorworte noch folgende Stelle anzuführen:

„Vorzugsweise sind die Erfolge derjenigen baulichen Anlagen noch sehr unsicher, welche die dabei beabsichtigten Zwecke nicht unmittelbar herbeiführen, die vielmehr das Wasser zu gewissen Wirkungen veranlassen sollen. Hierher gehören beispielsweise die Buhnen. Die Erfahrung hat zwar auch bei ihnen zu manchen Regeln geführt, aber zur klaren Einsicht in ihre Wirkungen und dadurch zur Entscheidung über ihre zweckmäfsigste Anordnung ist man noch keineswegs gelangt. Selbst die Frage, unter welchen Verhältnissen das Wasser den Boden angreift, ist bisher nicht genügend beantwortet. Ebensowenig kennt man die Bewegungen, welche diese Werke bei den verschiedenen Wasserständen veranlassen. Aehnlichen Zweifeln begegnet man in allen Einzelheiten, und der Zusammenhang der ganzen complicirten Erscheinung in der Ausbildung eines Strombettes oder eines Ufers ist noch vollständig dunkel. Der gröfste Uebelstand besteht aber darin, dafs dieser Mangel gar nicht erkannt wird, vielmehr die Ansicht verbreitet ist, dafs jene Theorieen schon so vollständig über alles Aufschlufs geben, wie dieses von Theorieen nur erwartet werden kann. So lange diese Auffassung gilt, eröffnet sich keine Aussicht auf gedeihliche Förderung der Wissenschaft und Technik. Es ist daher nothwendig, die bestehenden Mängel unumwunden aufzudecken, und zugleich die Wege zu bezeichnen, die in anderen empirischen Wissenschaften zu Erfolgen geführt haben. Den angehenden Wasserbaumeistern fehlt es weder an der nöthigen allgemeinen Vorbildung, noch an lebhaftem Interesse für ihr Fach, und wenn der spätere Dienst sie auch oft vollständig in Anspruch nimmt, so werden sie doch, sobald sie die Mängel und die Mittel zu deren Verbesserung kennen, jede Gelegenheit wahrnehmen, um wichtige Erscheinungen wenigstens sicher festzustellen. Vielfach werden sie alsdann aber auch sich bemühen, den Zusammenhang derselben mit anderen Erfahrungen und mit den allgemeinen Naturgesetzen aufzuklären. Es kommt sonach zunächst darauf an, dafs sie vor dem blinden Glauben an Autoritäten gewarnt, und daran gewöhnt werden, selbst zu sehen und zu beobachten, und selbst zu urtheilen."

In den letzten Worten ist die zweite Aufgabe des Laboratoriums ausgesprochen: Der Studirende soll in ihm zum Selbstsehen und Selbstbeobachten im Hagenschen Sinne angeleitet werden, nachdem er im Hörsaale erfahren hat, auf welchem Wege gewisse Theorieen entstanden sind, nachdem er von der Nothwendigkeit überzeugt worden ist, die Gültigkeitsgrenzen dieser Theorieen auf die Fälle zu beschränken, die thatsächlich die Voraussetzungen erfüllen, unter denen die Theorieen entstanden sind, nachdem er die Lückenhaftigkeit so mancher Rechnungsunterlage erkannt hat und somit zu der Einsicht gelangt ist, dafs eine gesunde Erweiterung der wissenschaftlichen Grundlagen seines Faches nur durch Vermehrung von Beobachtungen zu erwarten ist.

Beschreibung des Laboratoriums (Bl. 47).

Voranschickend sei bemerkt, dafs ich auf die Bemessung der Gröfsenverhältnisse des mir zur Verfügung gestellten Raumes keinen Einflufs hatte, vielmehr den Hauptbestandtheil des Laboratoriums, das Versuchsgerinne, diesem Raume anzupassen hatte. So war zunächst die Länge des Gerinnes durch die Länge des Raumes innerhalb enger Grenzen gegeben. Die Lage des Gerinnes ergab sich durch die Rücksicht auf die natürliche Beleuchtung längs der südlichen Aufsenwand. Da die Deckenträger durch die aus den Abb. 2 und 3 Bl. 47 ersichtlichen eisernen Säulen gestützt werden, so mufste das Gerinne in dem zwischen diesen und der Aufsenwand verbleibenden 3,73 m breiten Lichtraume eingebaut werden, und zwar so, dafs zum Zwecke von Messungen und Beobachtungen auf beiden Seiten des Gerinnes bequeme Gangbahnen angeordnet werden konnten. Das führte zu der gröfstmöglichen Gerinnebreite von 2 m. Die Tiefe des Gerinnes wurde durch zwei Umstände bedingt: die bei den Versuchen noch gröfstmögliche Tiefe des fliefsenden Wassers und die Stärke der das Bett bildenden Sandschicht. Bezüglich der ersteren hatten mich meine in der Einleitung erwähnten Vorversuche dahin belehrt, dafs es nicht empfehlenswerth sei, die mittlere Tiefe des fliefsenden Wassers über 10 cm anwachsen zu lassen, weil dann die so wichtige und unerläfsliche Verfolgung der Bewegungsvorgänge auf der Sohle sich zu sehr dem Auge entzieht. Anderseits ergiebt sich alsdann selbst bei der gröfstmöglichen Breite des Flusses von 200 cm bereits ein Verhältnifs der Tiefe zur Breite von 1 : 20, welches schon eine weitgehende Verzerrung nach der Tiefe gegenüber den natürlichen Wasserläufen bedeutet. Die gröfste Stärke der Sandschicht unter der Flufsbettsohle habe ich zu 10 cm bemessen. Auf Grund von Vorversuchen durfte ich erwarten, und das hat sich auch bestätigt, dafs die Sohlenauswaschungen unter diesem Mafse bleiben würden. Um aber rein hydraulische Versuche, Ausflufsversuche, Bestimmung von Staucurven usw. vornehmen zu können, wurde die Tiefe des Gerinnes auf 40 cm bemessen, ein Mafs, welches sich als ausreichend erwiesen hat. Die das Gerinne durchfliefsende Höchstwassermenge wurde entsprechend den Gerinneabmessungen auf 30 Liter/Sec. festgesetzt. Bei einer gröfseren Wassermenge würde die Beruhigung des Wassereintrittes in das Gerinne die Anlage einer so grofsen Vorkammer nothwendig gemacht haben, dafs die nutzbare Gerinnelänge zu klein ausgefallen wäre. Da aber schon bei einem unausgesetzten Durchflusse von nur 4 Liter/Sec. die unmittelbare Wasserentnahme aus der städtischen Leitung zu Unzuträglichkeiten bezüglich der Wasserversorgung der benachbarten Häuser geführt haben würde, so ist das Gerinne zwischen zwei je 2000 Liter fassende eiserne Behälter, einen hoch und einen tief liegenden, so eingeschaltet, dafs während der Versuche das künstlich zu hebende Wasser einen ständigen Kreislauf vom Hochbehälter durch das Gerinne nach dem Tiefbehälter und zurück nach dem Hochbehälter macht. Aus der Rohrleitung *r* (Abb. 2 und 3 Bl. 47) wird der Tiefbehälter mit Leitungswasser gefüllt. Eine Kreiselpumpe fördert das Wasser aus diesem durch die 125 mm Rohrleitung in den Hoch-

behälter, nach Oeffnen des an letzterem angebrachten Schiebers tritt das Wasser in das Gerinne und fliefst durch dieses in den Tiefbehälter zurück. Sind also beide Behälter einmal ganz oder theilweise gefüllt, so findet ein weiterer Verbrauch von Wasser, abgesehen von den Verlusten, die regelmäfsig durch Verdunstung und ausnahmsweise bei der Eichung der durchfliefsenden Wassermenge entstehen, nicht statt. Die Menge des durchfliefsenden Wassers wird in einfachster Weise durch den verschiedenen Füllungsgrad der Behälter und entsprechende Schieberstellung geregelt. Anfänglich hatte ich beabsichtigt, die Pumpe durch einen von der städtischen Wasserleitung zu betreibenden Schmidt'schen Wassermotor zu bewegen. Die weiteren Erwägungen führten aber zur Wahl eines vierpferdigen, von dem städtischen Elektricitätswerk betriebenen Elektromotors, da die Betriebskosten desselben, abgesehen von dem Fortfall der Rohrleitung, nur etwa ein Viertel von denen eines Schmidt'schen Motors betragen.

Die Bestimmung der durchfliefsenden Wassermenge erfolgt durch Eichung: neben dem Tiefbehälter befindet sich das cylindrische gufseiserne ausgedrehte Eichgefäfs von 1000 Liter Inhalt, in welches das durch die Oeffnung *o* ausfliefsende Wasser durch Zurückschieben einer verschiebbaren Rinne übergeleitet werden kann. Das in das Eichgefäfs geflossene Wasser wird nach seiner weiter unten noch zu beschreibenden Messung in der aus Abb. 2 Bl. 47 ersichtlichen Weise in den städtischen Strafsencanal abgeführt. In denselben Canal können Gerinne und Behälter, wie aus Abb 2 Bl. 47 ersichtlich ist, entleert werden. Behufs Gewinnung der hierzu nöthigen Vorfluth mufsten Tiefbehälter und Eichgefäfs auf die Sohle des Laboratoriumsraumes aufgesetzt werden. Das bedingte die aus der Abbildung ersichtliche Höhenlage des Gerinnes. Daher mufsten auch die hölzernen Ganglahnen zu beiden Seiten des Gerinnes entsprechend hoch angelegt werden, sie sind durch Treppen zugänglich. Behälter, Pumpe, Elektromotor und Eichgefäfs sind so angeordnet, dafs sie bei bequemer Zugänglichkeit dem Gerinne die gröfstmögliche Längenabmessung sichern. Die nutzbare Länge des Gerinnes ergab sich einmal durch die Nothwendigkeit, das aus dem Hochbehälter tretende Wasser vor seinem Eintritte in das Gerinne in einer Vorkammer zu beruhigen, zum anderen dadurch, dafs der vom Wasser mitgeführte Sand vor dem Austritte des Wassers in den Tiefbehälter in einem Sandfange zurückbehalten werden mufste. Da aber die verfügbare Gesamtlänge schon an und für sich sehr klein war, so mufsten diese Theile mit möglichst geringen Abmessungen ausgeführt werden, um eben die Nutzlänge des Gerinnes nicht zu sehr zu beschränken. Demgemäfs ist die Vorkammer nach Abb. 1 Bl. 47 so ausgeführt, dafs das obere Gerinne-Ende auf 57 cm Länge mit Zinkblech abgedeckt ist. An diese Abdeckung schliefst sich eine lothrechte Zinkblechwand an, zwischen deren unterem Rande und Gerinneboden eine 10 cm hohe Austrittsöffnung verbleibt. In der Kammer selbst ist noch zwischen dieser Wand und dem Schieberrohr ein Zinkblechsteg auf die Sohle so aufgesetzt, dafs ein 10 cm hoher Spalt zwischen Steg und oberer Decke verbleibt. Der daraus sich ergebende Weg des Wassers ist in Abb. 1 Bl. 47 durch Pfeile angedeutet. An das untere Ende des Gerinnes schliefst der im Grundrisse trapezförmige Sandfang an (Abb. 1 u. 2 Bl. 47). Oberhalb der in seinem Boden angebrachten und durch eine in der Abbildung nicht dargestellte Klappe zu regelnden Ausflufsöffnung *o* befinden sich lothrechte, 10 cm hohe Zinkblechstege, zwischen denen sich der vom Wasser mitgerissene Sand ablagert. Man kann daher mit der gröfsten Genauigkeit die Menge der durchgeführten Sinkstoffe messen.

Die bauliche Ausgestaltung des Gerinnes ist in den Abb. 1 bis 3, 5 u. 6 Bl. 47 so ausführlich dargestellt, dafs eine Beschreibung derselben hier überflüssig ist. Nur das sei hervorgehoben, dafs die Gerinneträger an ihrem oberen Ende auf Kipplagern und unten durch Vermittlung eines Querträgers auf zwei Hebeschrauben aufruhen. Die letzteren können durch eingesteckte Hebel gedreht werden, sodafs damit die Möglichkeit gegeben ist, die Längenneigung des Gerinnes innerhalb gewisser Grenzen zu verändern. Die Zuführung von Sand erfolgt durch zwei über dem Wassereinlauf angebrachte Zinkblechtrichter, von denen der eine in Abb. 1 Bl. 47 dargestellt worden ist. Diese Zinkblechtrichter sind an einer an der Decke befestigten Rundeisenstange so aufgehängt, dafs sie von Hand in langsame Schwingungen quer zur Gerinneachse versetzt werden können. Dabei fliefst der Sand in sehr gleichmäfsiger Vertheilung in den Zwischenraum vor der Ausflufsspalte und wird aus diesem von dem herausquellenden Wasser sehr gleichmäfsig mitgenommen.

Der Fufsboden unter dem Gerinne ist durch eine Sandsteinschwelle (Abb. 3 Bl. 47) gegen den übrigen Raum abgetrennt und mit einem Längengefälle 1:100 versehen, sodafs etwa überlaufendes Wasser nicht in den eigentlichen Laboratoriumsraum treten kann. Zur Aufbewahrung des Sandes dienen die aus den Abbildungen ersichtlichen gemauerten Behälter; nach Hochziehen eines eisernen Schiebers fliefst der Sand aus diesen in vorgestellte Eimer ab.

Messungsvorrichtungen.

Da die Abmessungen des Gerinnes nur einen im Verhältnifs zu den in der Natur vorkommenden Gröfsen sehr kleinen Mafsstab der Versuche gestatten, so war für alle Messungsvorrichtungen die gröfste Schärfe und Genauigkeit nothwendig. Bei den Versuchen handelt es sich um folgende Messungen: 1. Messung der durchfliefsenden Wassermenge, 2. Bestimmung der Menge des abgeführten Sandes, 3. Aufnahme von Querschnitten, 4. Messung des Wasserspiegelgefälles.

1. Messung der durchfliefsenden Wassermenge (Abb. 1 und 4 Bl. 47). In dem gufseisernen Eichgefäfs ist ein fester, unten und oben offener Zinkblechcylinder so angebracht, dafs zwischen dessen unterem Rande und dem Gefäfsboden ein ringförmiger Spalt von 30 mm Höhe verbleibt, durch den das in das Eichgefäfs fliefsende Wasser in den Cylinder eintritt. In dem Zinkblechcylinder bewegt sich unter Vermittlung von drei Führungsrollen eine Schwimmerglocke aus Weifsblech. Oben an dem Schwimmer ist eine mit Wachs getränkte Seidenschnur befestigt, die, in der gezeichneten Weise über Rollen geführt, an ihrem anderen Ende einen hinreichend schweren hufeisenförmigen Messingbügel trägt, zwischen dessen kugelförmigen Schenkel-Enden ein schwarzes Rofshaar wagerecht eingespannt ist. Der Bügel bewegt sich vor einem an der Wand befestigten lothrechten Holzpfosten, der in der gezeichneten Weise mit Spiegelglas belegt ist. Auf letzterem ist ein in Millimeter eingetheilter

schmaler Papierstreifen aufgeklebt. Die Ablesung erfolgt so, dafs das Auge das Rofshaar und sein Spiegelbild sich genau deckend sieht: dadurch ist jeder durch die Parallachse entstehende Ablesungsfehler ausgeschlossen und eine sehr grofse Schärfe der Ablesung, bis auf Zehntelmillimeter, erreicht worden. Durch genaue Wägungen des mit Eimern in das Eichgefäfs geschütteten Wassers ist der Ablesungswerth genau bestimmt worden: 1 mm Höhe, also bei der gewählten Rollenführung 0,5 mm Schwimmerweg entspricht 0,336 Liter Wasser. Bei der Eichung bedient man sich eines sehr genauen Zeitmessers, der die Ablesung von Zehntelsecunden gestattet.

2. Bestimmung der Menge des abgeführten Sandes. Die bei den Studien über die Sinkstoffbewegung sehr wichtige Bestimmung der Menge des abgeführten Sandes erfolgt einfach so, dafs nach Ablassen des Wassers der Sandfang vorsichtig geleert und der herausgenommene Sand durch Messung in geeichten Gefäfsen bestimmt wird.

3. Aufnahme von Querschnitten (Abb. 5 bis 7 Bl. 47). Die wagerechten Schenkel der die Seitenwände des Gerinnes oben säumenden und aussteifenden Winkeleisen sind alle Decimeter durchbohrt. Die Verbindungslinie je zweier einander entsprechenden Bohrlöcher steht genau senkrecht zur Längenachse des Gerinnes und hat von Mitte zu Mitte Bohrloch gemessen überall genau dieselbe Länge. In diese Bohrlöcher wird ein eiserner Fachwerkträger mit einander parallelen Gurtungen durch Vermittlung von zwei Zapfen eingesetzt, von denen der eine fest ist, während der andere das untere Ende einer Stellschraube bildet. Auf der unteren Gurtung befindet sich die aus Abb. 5 Bl. 47 ersichtliche Röhrenlibelle, die mit Hülfe der Stellschraube zum Einspielen gebracht wird. Alsdann liegt auch die obere Trägergurtung genau wagerecht. Die ganze Vorderfläche des Trägers ist mit einer polirten Mahagonitafel versehen. An dem einen über das Gerinne hinaus verlängerten Ende ist ferner an dem Träger eine um eine lothrechte Achse drehbare Trommel befestigt, auf der Zeichenpapier aufgerollt ist. Dieses läfst sich durch Abwicklung quer über die Mahagonitafel ziehen und mittels der beiden Klemmen kk (Abb. 6 Bl. 47) festspannen. Auf der oberen, sorgfältig gehobelten Gurtung läuft nun durch Vermittlung der beiden Messingrollen $\varrho\,\varrho$ die Schreibvorrichtung. Diese besteht (Abb. 6 Bl. 47) aus einem rechteckigen Metallrahmen R, an dem zwei gleichlange Arme $a\,a$ gelenkartig befestigt sind. Diese beiden Arme sind an ihrem anderen Ende durch eine Stange b ebenfalls gelenkartig mit einander verbunden. Unten endigt die Stange b in einer Messingwalze w. An b ist nun eine Zeichenfeder f befestigt, die durch eine Feder sanft gegen das Papier gedrückt wird. In der in Abb. 6 Bl. 47 gezeichneten Lage schreibt die Zeichenfeder die wagerechte sogenannte Null-Linie, die, wie unter 4. dargethan werden wird, für die Feststellung des Wasserspiegelgefälles unerläfslich ist. Soll nun ein Querschnitt aufgezeichnet werden, so wird nach Schreiben der Null-Linie (und nachdem das Wasser abgelassen worden ist) eine bei c befindliche Feststellvorrichtung gelöst: infolge dessen senkt sich die Stange b, bis die Walze w auf der Bettsohle aufruht. Da der feuchte Sand jedoch sehr weich ist und daher schon einem geringen Drucke nachgiebt, so wird das Eigengewicht der Schreibvorrichtung durch die ein Gegengewicht g tragende Schnur h in der gezeichneten Weise zum Theil aufgehoben. Es ist nunmehr aus Abb. 6 Bl. 47 ohne weiteres ersichtlich, dafs mit Hülfe der beschriebenen Vorrichtung eine vollkommen naturgetreue Zeichnung des Bettquerschnittes dadurch erhalten wird, dafs man den Schreibwagen behutsam über den Träger schiebt bezw. zieht.[3]

Die Höhenlage des Trägers bezw. der Null-Linie in den Mefsstellen wird mit Hülfe eines Nivellirinstrumentes bestimmt, das seinen ständigen Platz bei unveränderter Höhenlage auf einer gufseisernen Plattform erhalten hat, die an eine der eisernen Säulen angeschraubt ist (Abb. 2 und 3 Bl. 47). Zu dem Ende wird eine auf die untere Gurtung des Trägers aufgesetzte und in Millimeter eingetheilte Nivellirlatte m anvisirt. Die Visirebene mufste hierbei über der oberen Trägergurtung liegen, und das bedingte die gewählte Höhenlage des Nivellirinstrumentes.

4. Messung des Wasserspiegelgefälles (Abb. 5 bis 7 Bl. 47). Um die während des Durchflusses in den aufzunehmenden Querschnitten vorhandenen Wasserspiegelhöhen zu bestimmen, wird auf die obere Trägergurtung ein Schlitten i aufgesetzt, der einen in Millimeter getheilten und unten in eine feine Metallspitze endigenden Mafsstab l trägt. Der Mafsstab wird mit Hülfe einer Druckrolle p so eingestellt, dafs seine Spitze genau den Wasserspiegel berührt. Alsdann liest man mittels eines am Schlitten fest angebrachten Nonius n ab. Wie in Abb. 6 Bl. 47 zeichnerisch erläutert ist, mufs zur Eintragung des so eingemessenen Wasserspiegels in den später geschriebenen Querschnitt vorher die Noniusconstante durch Messung bestimmt werden, bei welcher die untere Spitze von f in der durch die Walze w gezogenen Wagerechten liegt. Der Unterschied zwischen dieser Constanten und der Wasserspiegelablesung ergiebt den Abstand d des Wasserspiegels von der Null-Linie.

Die Ausbildung der Flufsbauwerke.

Zur Bildung der Flufsläufe bediene ich mich Sandes verschiedener Korngröfse, den ich theils durch Sieben des hier gebaggerten Elbsandes, theils in feinerem und feinstem Korn durch Sieben des auf den hiesigen rechtselbischen Höhen lagernden feinen Diluvialsandes erhalte. Da der von mir benutzte Sand rein ausgewaschen und daher gänzlich cohäsionslos ist, so mufs ich die unmittelbar vom fliefsenden Wasser bestrichenen Ufer, soweit sie nicht durch vorgebaute Buhnen oder Parallelwerke geschützt sind, künstlich befestigen. Ferner stand ich vor der Aufgabe, auch für die übrigen Flufsbauwerke, wie Buhnen, Parallelwerke und Grundschwellen eine für Modellversuche geeignete Bauweise zu ersinnen. Darüber war ich mir von vornherein klar, dafs die zu wählende Bauart folgenden Anforderungen entsprechen mufste. Die Bauwerke mufsten zunächst so schwer sein, dafs sie vom strömenden Wasser nicht fortgetragen werden können. Sie mufsten zweitens so beschaffen sein, dafs sie allen Aenderungen, die die leicht beweglichen Ufer und Sohle unter der

3) Da das untere Ende der Stange b nicht in einer Spitze endigt, so ist eine von dem Durchmesser der Walze w und von der Neigung der Uferböschungen abhängige kleine Berichtigung der geschriebenen Uferlinien nachträglich vorzunehmen.

Einwirkung des fliefsenden Wassers erleiden, selbstthätig sich anpassen, ohne dabei ihren Zusammenhang zu verlieren. Endlich war es sehr erwünscht, dafs sie leicht und rasch aus dem Sande herausgenommen werden könnten, ohne in diesem einzelne ihrer Bestandtheile zurückzulassen, dafs also eine Verunreinigung des Sandes, die nur durch langwieriges Sieben hätte beseitigt werden können, ausgeschlossen blieb. Nach zahlreichen und mühsamen Vorversuchen, deren Schilderung ich hier unterlasse, kam ich schliefslich dazu, alle meine Bauwerke aus kleinen, mit feinstem (1,25 mm) Bleischrote gefüllten Leinwandsäckchen herzustellen. Die gefüllten Säckchen haben bei 65 mm Länge und 40 mm Breite eine Dicke von 10 mm und wiegen 158 g. Natürlich sind auch andere Mafse zulässig, so lange nur die erstgenannte Bedingung erfüllt bleibt. Es hat sich als das beste herausgestellt, zu den Säckchen ungebleichte feine Leinwand zu verwenden, da diese, wie durch eigens dazu angestellte Untersuchungen festgestellt ist, die längste Dauer aufweist. Es bilden sich nämlich bald im Innern der im Wasser liegenden Säckchen Bleisalze, welche das Leinwandgewebe allmählich zerstören, sodafs eine Erneuerung der Säckchen von Zeit zu Zeit sich als Nothwendigkeit herausgestellt hat. Die Säckchen dürfen nur so weit gefüllt werden, dafs sie noch bildsam bleiben. Mit Hülfe derselben lassen sich in der That in überraschend einfacher und zweckmäfsiger Weise alle hier in Frage kommenden Bauten herstellen. Da sie in der Zahl von mehreren Tausend gebraucht werden, so sind für ihre Lagerung besondere Holzgestelle (Abb. 2 und 3 Bl. 47) beschafft, die oben einen rostartigen Lattenbelag tragen, auf welchem die Säckchen sehr gut abtrocknen.

Die bisherigen Versuche und ihre Ergebnisse.

Zunächst seien kurz die Versuche aufgezählt, die in Ergänzung und zur Unterstützung meiner Vorträge lediglich dazu dienen, den Studirenden Gelegenheit zu eigenen Beobachtungen und Messungen zu geben und ihnen gewisse Erscheinungen und Wirkungen zu veranschaulichen. Im Anschlusse an die Vorträge über Grundbau benutze ich z. B. das Gerinne dazu, die Kolkbildungen an Brückenpfeilern vorzuführen bezw. durch Versuche zu zeigen, welchen Gefahren die Strompfeiler insbesondere bei Hochwasser ausgesetzt sind. Es ist vielleicht nicht überflüssig hervorzuheben, dafs die in dem jetzigen Gerinne angestellten Versuche zu genau denselben Ergebnissen führen, wie meine eingangs erwähnten und in dieser Zeitschrift veröffentlichten Versuche, die ja in einem viel kleineren Mafsstabe hinsichtlich der Flufsabmessungen und Wassermenge ausgeführt worden sind: ein weiterer Beweis dafür, dafs der Modellmafsstab auf das Wesen der hier eintretenden Erscheinungen keinen Einflufs hat. Zu diesen Versuchen sei weiter bemerkt, dafs Herr Prof. Rehbock nach ihrer Veröffentlichung mir einen Peilungsplan von einem Pfeiler der neuen Weserbrücke in Bremen zuschickte, der genau dieselben Sohlenauswaschungen aufwies wie diejenigen, welche ich bei meinen Versuchen mit einem Pfeilermodell übereinstimmender Form erhalten hatte. Im Anschlusse ferner an die Vorträge über Wassermessungen, Berechnung und Wirkung von Stauanlagen lasse ich von den Studirenden die Ausflufscoefficienten bei Ueberfällen usw. durch Messung bestimmen, die Stauspiegel aufmessen und mit den Rechnungsergebnissen vergleichen[4]: zu dem Zwecke wird ganz am unteren Ende des Gerinnes das Wehr usw. eingebaut. Ich zeige die unterhalb der Ueberfallwehre eintretenden Sohlenauswaschungen usw. Im Anschlusse endlich an die Vorträge über Flufsbau wird den Studirenden durch den Einbau verschiedener Flufsläufe gezeigt, wie sich die Fahrrinne in Krümmungen und geraden Strecken ausbildet, unter dem Einflusse der verschiedenen Wasserstände verändert usw., welche Wirkungen flufsbauliche Mafsnahmen auf das Flufsbett hervorrufen. Dazu gehört in erster Linie die Vorführung der Wirkungsweise der Buhnen. Ich kann nur sagen, und die vielen hervorragenden Fachgenossen, die das Laboratorium besucht haben, werden das bestätigen, dafs es in der That überraschend ist, in welcher Anschaulichkeit diese Wirkung sich darstellt sowohl bezüglich der sich bildenden eigenthümlichen Strömungen, als auch hinsichtlich der Umbildungen des Flufsbettes. Die Strömungen werden durch Hollunderkügelchen sehr schön veranschaulicht. Um die Strömungserscheinungen unmittelbar an der Sohle zu zeigen, bediene ich mich kleiner Kügelchen von dem Einheitsgewichte 1. In anschaulichster Weise zeigt sich bei Niedrigwasser, d. h. so lange die Buhnen nicht überströmt werden, die eingehende Strömung längs der Oberwasserseite der Buhne und die ausgehende Strömung längs ihrer Unterwasserseite, es zeigt sich die Rückströmung längs des Zwischenufers usw. Vor allem aber geht vor dem Auge des Beobachters die Ablagerung des Sandes gleichzeitig mit der Ausbildung der tiefen Rinne in der Streichlinie vor sich. Es zeigt sich, dafs bei Hochwasser die kräftigste Auflandung der Buhnenfelder eintritt. Es läfst sich durch den Versuch der zulässige Abstand zweier Buhnen ermitteln, der je nach Mafsgabe der Flufsbreite, der Krümmung, der Wasser- und Sinkstoffführung sowie der Geschwindigkeitsverhältnisse verschieden grofs ausfällt. Es läfst sich in einfachster Weise vor den Augen der Studirenden die verschiedenartige Wirkungsweise der Buhnen je nach ihrer Richtung zum Stromstrich darthun. Auch die für die Bauart der Buhnen mafsgebenden Grundsätze ergeben sich ohne weiteres und überzeugend aus dem Versuch: die nicht genügend breit gegründeten und zu steilen Buhnenköpfe versacken z. B. in kürzester Zeit.

Die bisherigen Arbeiten in dieser Beziehung haben sich aber nur auf die Vorführung dieser Wirkungen vor den Studirenden beschränkt. Zu eigenen methodischen Forschungen, die uns vielleicht manche wichtige Aufklärung bringen können, bin ich noch nicht gekommen. Ich mufs mir daher vorbehalten, in späteren Veröffentlichungen etwaige diesbezügliche Forschungsergebnisse mitzutheilen.

Dahingegen glaube ich jetzt schon einige Ergebnisse eigener Versuche allein um deswillen ausführlich mittheilen zu müssen, weil ihre Kenntnifs für die Beurtheilung der sehr wichtigen Frage unerläfslich ist, ob das Laboratorium auch für andere als Lehrzwecke sich eignet, ob und wie man an kleinen Modellflüssen das Verhalten der natürlichen Wasserläufe ohne und mit Einwirkung flufsbaulicher Mafsnahmen mit Aussicht auf praktischen Erfolg erforschen kann. Zu

4) Leider konnten die Studirenden wegen anderweitiger Ueberhäufung, und weil das Laboratorium für meine eigenen Forschungen gebraucht wurde, solche Arbeiten bisher nur ausnahmsweise ausführen.

dem Ende ist auf dem Versuchswege der Beweis zu liefern, dafs der im kleinen nachgebildete bezw. unter der Einwirkung des fliefsenden Wassers sich selbst ausbildende Modellflufs die charakteristische Eigenart der vorbildlichen Naturstrecke getreu wiedergiebt.

Der **Modellmafsstab** ist je nach der Grundrifsform und gewählten Länge der Naturstrecke durch die Abmessungen des Gerinnes innerhalb enger Grenzen gegeben. Nur bezüglich der in den Modellversuch einzuführenden Wassertiefe herrscht eine gröfsere Bewegungsfreiheit. Davon kann bei den geringen Breitenabmessungen des Modellflusses nicht die Rede sein, das bei gröfseren Wasserläufen in der Natur vorkommende Verhältnifs der mittleren Tiefe zur mittleren Breite auf den Versuch zu übertragen. Man ist vielmehr von vornherein gezwungen, um überhaupt eine noch wirksame Wassermenge durchlaufen lassen zu können, dieses Verhältnifs erheblich zu vergröfsern.

Man wird jedoch auch da thunlichst Mafs halten, um einmal keine zu grofse Abweichung von den Naturquerschnitten zu erhalten und um anderseits, wie schon eingangs hervorgehoben ist, die Wassertiefe nicht über das Mafs hinauswachsen zu lassen, welches noch eine scharfe Beobachtung der doch in erster Linie zu erforschenden Vorgänge auf der Sohle gestattet. Aus diesen Gründen lasse ich bei meinen Versuchen die mittlere Wassertiefe möglichst nicht unter 2 cm sinken und nicht über 10 cm anwachsen.

Bei diesen Versuchen sind nun zwei Fälle zu unterscheiden: entweder will man untersuchen, ob gewisse Eigenthümlichkeiten, die unter gleichen Bedingungen allenthalben wiederkehren, auch im Modell sich zeigen, z. B. die charakteristische Lage der Fahrrinne in Krümmungen, oder man will eine bestimmte Naturstrecke mit den ihr eigenthümlichen Eigenschaften im kleinen sich nachbilden lassen.

Unseren weiteren Betrachtungen legen wir zunächst den ersten Fall zu Grunde. Je nach der wie vorerörtert festgelegten Querschnittsform und -Gröfse, der zugegebenen Wassermenge und der Korngröfse des das Bett bildenden Sandes stellt sich das zugehörige Gefälle selbstthätig ein. Dieses wird daher in einfachster Weise auf dem Wege des Versuches ermittelt: man stellt zunächst das Gerinne mit einem beliebigen Gefälle ein, welches von dem zu ermittelnden Gefälle im allgemeinen verschieden sein wird. War es gröfser als dieses, dann entsteht unter der Einwirkung des fliefsenden Wassers in der oberen Strecke eine Auswaschung, in der unteren eine Aufhöhung der Sohle so lange, bis sich das erforderliche kleinere Gefälle von selbst herausgebildet hat, während im umgekehrten Falle eine von unten nach oben abnehmende Auswaschung der anfänglich zu flach geneigten Sohle eintritt. Nachdem man so das „Gleichgewichtsgefälle“ ermittelt hat, thut man gut, den Versuch abzubrechen und erst dann wieder aufzunehmen oder richtiger mit demselben erst dann eigentlich zu beginnen, nachdem das Gerinne selbst mit Hülfe der Hebeschrauben in das ermittelte Gefälle gebracht worden ist. So ist verfahren worden bei der in Abb. 1 Bl. 48 u. 49 dargestellten Modellstrecke, zu deren Erläuterung folgende Angaben nothwendig sind. Die Krümmungsverhältnisse der im ungefähren Mafsstabe 1 : 400 eingebauten Versuchsstrecke sind mit denen einer Krümmung der Elbe bei Kil. 423 bis Kil. 425,5 übereinstimmend. Der eingebrachte Sand hat eine mittlere Korngröfse von 0,91 mm. Form und Abmessungen des anfänglichen Querschnitt zeigt Abb. 1a Bl. 48 u. 49. Die anfänglich unter 1 : 1 abgeböschten Ufer waren mit Schrotsäckchen durchgehend befestigt. Ueber die Gefälleverhältnisse giebt der Längenschnitt (Abb. 3 Bl. 48 u. 49) näheren Aufschlufs. Unter der Einwirkung einer 54 Stunden lang durchgeflossenen Wassermenge von 5,88 Liter/Sec. hat sich die mit Hülfe der aufgenommenen Querschnitte, von deren Wiedergabe abgesehen worden ist, dargestellte Bettform selbstthätig ausgebildet. Der gezeichnete Zustand entspricht einem Beharrungszustande, wie er in dieser Zeit sich herausgebildet hatte. Die Sandzufuhr war mit der Sandabfuhr ins Gleichgewicht gebracht worden, und zwar betrug während der Versuchszeit die gesamte Sandbewegung 70 Liter. Das Versuchsergebnifs spricht für sich. Ich brauche meinen Fachgenossen gegenüber nicht hervorzuheben, in welcher aufserordentlich charakteristischen Weise die Lage der Fahrrinne sich herausgebildet hat! Die bekannten Uebelstände derartiger nur auf Mittelwasser geregelter Flufskrümmungen, schroffe und seichte Uebergänge, treten auch sehr klar in dem zugehörigen Längenschnitte (Abb. 3 Bl. 48 u. 49) hervor. In den letzteren ist auch der Wasserspiegel eingetragen worden. Man wolle beachten, wie deutlich die Beziehungen zwischen dem Gefälle des Wasserspiegels und der Sohlenausbildung sich zeigen: schwache Gefälle oberhalb der stauend wirkenden Uebergangsschwellen, starke Gefälle auf den Uebergängen selbst. Um den Werth der Abb. 1 und 3 Bl. 48 u. 49 nach allen Richtungen hin zu würdigen, wolle man sich vergegenwärtigen, dafs man von der dargestellten Strecke kennt, und zwar mit der gröfsten Genauigkeit kennt, das Wasserspiegelfälle, die Gröfsen und benetzten Umfänge sämtlicher Querschnitte, die Beschaffenheit des Bettmaterials und mit der durch Eichung auf das schärfste bestimmten Wassermenge auch die mittleren Querschnittgeschwindigkeiten. Derartige Ergebnisse bieten somit aufserordentlich werthvolle Studienunterlagen dar z. B. für die Untersuchung von Geschwindigkeitsformeln. Aus Mangel an Zeit — ich entbehre noch eines ständigen Laboratoriums-Assistenten — bin ich zu derartigen Untersuchungen noch nicht gekommen. Aber die gesammelten Unterlagen haben ja bleibenden Werth und harren noch ihrer wissenschaftlichen Verarbeitung.

Im zweiten Falle, bei dem es sich darum handelt, das Charakteristische einer bestimmten Naturstrecke möglichst genau im kleinen hervortreten zu lassen, ist zunächst der Modellmafsstab wie vor innerhalb enger Grenzen gegeben. Das gilt auch für die untere und obere Grenze der Wassertiefen, nur müssen diese genau in demselben Verhältnisse unter einander stehen, welches die Naturstrecke bei den entsprechenden Wasserständen aufweist. Daher sind die Mittel- und Hochwassertiefen, nachdem diejenige für Niedrigwasser angenommen ist, auf dem Wege der Rechnung zu bestimmen, wie solches später an einem Beispiele erläutert werden wird. Nach der Bestimmung der Wassertiefen sind nunmehr die diesen entsprechenden Gefälle unter gleichzeitiger Berücksichtigung der in der Naturstrecke vorkommenden und im Modell verwandten Sinkstoffe wie folgt zu ermitteln.

Setzen wir zunächst den einfachsten Fall voraus, dafs die Modellstrecke mit dem Bettmaterial der Naturstrecke, z. B. Sand gleicher Korngröfse, hergestellt wird, dann mufs in beiden Strecken der Stromangriff auf die Flächen-

einheit der Sohle gleich grofs sein. Der letztere wird allgemein ausgedrückt durch die Gleichung

1) $K = 1000 \cdot t \cdot J \frac{\text{kg}}{\text{qm}}$, wenn bezeichnet werden mit 1000 das Gewicht eines cbm Wasser in kg, mit t die mittlere Tiefe in m und mit J das relative Wasserspiegelgefälle der Naturstrecke. Es mufs also auch bei gleicher Korngröfse der Sinkstoffe für die Modellstrecke sein:

2) $K = 1000 \cdot t_m \cdot J_m \frac{\text{kg}}{\text{qm}}$, wenn t_m und J_m die für das Modell gültigen Gröfsen bezeichnen.

Aus 1) und 2) ergiebt sich ferner

3) $J_m = \frac{t}{t_m} \cdot J$, d. h.

Bei gleichem Geschiebe verhalten sich die Gefälle umgekehrt wie die mittleren Wassertiefen.

Bezeichnet nun ferner bei verschiedener Korngröfse der Geschiebe

d den mittleren Geschiebedurchmesser der Naturstrecke,
d_m „ „ „ „ Modellstrecke,
v die „ Querschnittgeschwindigkeit „ Naturstrecke,
v_m „ „ „ „ „ Modellstrecke,

dann ist

4) $\frac{v^2}{v_m^2} = \frac{d}{d_m}$, und ferner annähernd

5) $\frac{v^2}{v_m^2} = \frac{t \cdot J}{t_m J_m}$.

Somit ergiebt sich

6) $\frac{d}{d_m} = \frac{t \cdot J}{t_m \cdot J_m}$ und das gesuchte Modellgefälle

7) $J_m = \frac{t}{t_m} \cdot \frac{d_m}{d} \cdot J$, d. h.

Bei verschieden grofsem Geschiebe verhalten sich die Gefälle direct wie die Geschiebedurchmesser und umgekehrt wie die mittleren Wassertiefen.

Ich gehe nunmehr unter Hinweis auf die Abb. 6 Bl. 48 u. 49 zur Erläuterung eines nach Mafsgabe dieser Grundsätze ausgeführten Versuches über. Als Naturstrecke wählte ich die geradlinige Elbestrecke Kil. 520,5 bis 522,5, von der mir Lageplan und Querschnitte sowie Geschiebeproben von seiten der Kgl. preufsischen Elbstrombauverwaltung in dankenswerther Weise zur Verfügung gestellt wurden. Ueber die Gefälleverhältnisse dieser Strecke bei den verschiedenen Wasserständen sowie über die letzteren selbst fand ich genügenden Aufschlufs in dem von der gen. Verwaltung i. J. 1898 herausgegebenen Elbewerke. Entsprechend den Abmessungen meines Gerinnes wurde diese Strecke im Mafsstabe 1 : 161 eingebaut. Im übrigen giebt die folgende Zusammenstellung Aufschlufs über die nach den vorerörterten Grundsätzen berechneten und den Modellversuchen zu Grunde gelegten Werthe. Erläuternd bemerke ich zunächst, dafs ich für meine Versuche ausgewaschenen Haidesand mit einem mittleren Korndurchmesser von 0,44 mm verwandt habe, während die mittlere Korngröfse des in der Naturstrecke gebaggerten Sandes 0,78 mm beträgt. Beide Werthe sind durch sorgfältiges Aussieben erhalten worden.

Für das Hochwasser habe ich nicht das bekannte gröfste eisfreie, sondern ein mittleres Hochwasser zu Grunde gelegt, weil nur letzteres wegen seines regelmäfsigen und häufigsten Auftretens auf die charakteristische Bettausbildung von mafsgebendem Einflufs ist.

	d mm	t in cm N. W.	M. W.	M. H. W.	J N. W.	M. W.	M. H. W.
Naturstrecke .	0,78	160	260	660	$\frac{1}{11500}$	$\frac{1}{7874}$	$\frac{1}{9000}$
Modellstrecke .	0,44	2,0	3,2	8,2	$\frac{1}{258}$	$\frac{1}{174}$	$\frac{1}{178}$

Die Versuche sind nun so ausgeführt worden, dafs in das Gerinne eine allenthalben 10 cm starke Sandschicht eingebracht wurde, auf welcher genau nach Mafsgabe des Lageplanes die Buhnen mit Hülfe von Schrotsäckchen erbaut wurden. Ihre Höhe war so bemessen, dafs sie bei Mittelwasser, d. h. bei 3,2 cm mittlerer Wassertiefe, begannen unter Wasser zu treten. Vor Einlafs des Wassers wurde das Gerinne mittels der Hebeschrauben auf das dem Mittelwasser entsprechende Gefälle 1 : 174 eingestellt. Nunmehr wurde eine solche Wassermenge zugegeben, dafs sich die beabsichtigte Mittelwassertiefe von 3,2 cm einstellte. Da hierbei aber eine Wanderung des Sandes eintrat, so wurde zugleich mit dem Wasser oben möglichst ununterbrochen soviel Sand zugegeben, dafs sich Sandabfuhr und -Zufuhr ins Gleichgewicht setzten. Nach Erreichung dieses dynamischen Gleichgewichtszustandes wurde die Wassermenge allmählich bis auf Hochwasser, d. h. bis zur Erreichung der mittleren Wassertiefe von 8,2 cm vermehrt. Nunmehr wurde die Sandführung eine lebhaftere, sodafs oben entsprechend mehr Sand zugeführt werden mufste. Auch jetzt wurde die Erreichung eines dynamischen Gleichgewichts, gekennzeichnet durch das Gleichgewicht zwischen Sandabfuhr und -Zufuhr, abgewartet und schliefslich die Wassermenge ganz allmählich bis Niedrigwasser vermindert. Bei letzterem hörte die Sandbeförderung ganz auf, nur eine örtlich beschränkte Umlagerung des Sandes fand dadurch statt, dafs sich das Niedrigwasser eine sich schlängelnde Rinne auswusch. Bei der gänzlichen Cohäsionslosigkeit des sehr feinen und daher sehr beweglichen Sandes bildeten sich leider bei länger andauerndem Niedrigwasser auch seitliche Rinnen, namentlich in den Streichlinien vor den Buhnenköpfen, die, wenn auch anfänglich von untergeordneter Bedeutung, doch allmählich in wachsendem Mafse an der Wasserabführung theilnahmen und somit die volle Ausbildung der eigentlichen Niedrigwasserrinne beeinträchtigten. Bei einer sehr grofsen Zahl von dahingehenden Vorversuchen hat es sich daher gezeigt, dafs bei lange andauerndem Niedrigwasser das Flufsbett durch die vielen alsdann entstehenden Rinnsale sein eigenartiges Gepräge verliert. Ich war somit gezwungen, den Versuch abzubrechen, nachdem sich erst die Anfänge der eigentlichen Niedrigwasserrinne herausgebildet hatten. Bei bindigerem Bettmaterial, wie es, auch in besserer Uebereinstimmung mit der Naturstrecke, bei späteren Versuchen benutzt werden soll, werden sich die genannten Uebelstände voraussichtlich nicht zeigen. Nachdem sich daher in den zur Erörterung stehenden Versuche die Niedrigwasserrinne auf der ganzen Flufsstrecke in ihren Anfängen herausgebildet hatte, wurden nach Messung der Wassermenge die Spiegelhöhen einnivellirt, alsdann unter sorgfältigem Ablassen des Wassers der Versuch eingestellt, das Flufsbett etwa 48 Stunden

der Austrocknung überlassen und schliefslich die Querschnitte aufgenommen. Mit Hülfe der letzteren sind endlich die Stromkarten mit Linien gleicher Wassertiefen in Abständen von 1 cm aufgezeichnet worden. Abb. 6 Bl. 48 u. 49 giebt das Ergebnifs eines der vielen diesbezüglichen Versuche wieder. Um diese richtig würdigen zu können, sei aus dem Elbwerke zur Charakteristik der Naturstrecke folgendes angeführt.

Die Fahrrinne beschreibt zwischen den wandernden Sandfeldern zahlreiche Krümmungen. Die jährliche Wanderung der Sandfelder beträgt je nach der Gröfse und Dauer der Hochfluthen etwa 300 bis 500 m. Die Sandfelder befinden sich abwechselnd am rechten und linken Ufer und sind durch den Rücken des Ueberschlages mit einander verbunden. Als Sinkstoffe führt die Elbe bei hohem Wasser Sand und Schlick mit sich. Besser noch wie mit diesen Worten wird die Eigenart der Stromstrecke durch Abb. 5 Bl. 48 u. 49 gekennzeichnet, die nach amtlichen Unterlagen die Standorte der Landbaken zur Bezeichnung der Fahrrinne in den Jahren 1894 bis 1899 zur Darstellung bringt. Danach sind die Sandfelder i. a. so gelegen, dafs auf der 2000 m langen Strecke in der Regel drei Uebergänge vorhanden sind. Man vergleiche nunmehr das Ergebnifs des Modellversuches, Abb. 6 mit Abb. 5 Bl. 48 u. 49. Man erkennt, dafs die auf dem Wege des Versuches erhaltene Lage der Niedrigwasserfahrrinne etwa derjenigen vom Jahre 1895 entspricht. In der That: wir finden in der Modellstrecke die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der Naturstrecke bezüglich der Verwerfung der Fahrrinne in voller Schärfe wieder, während aus dem vorhin angegebenen Grunde die Sandfelder, die in der Naturstrecke in geschlossener Bildung auftreten, im Modell durch die kleinen Rinnsale zerrissen sind. Von besonderer Bedeutung ist aber der klare Aufschlufs, den die Modellversuche über die Wanderung der Sandfelder gegeben haben, bezüglich deren unter den Fachgenossen immer noch eine Meinungsverschiedenheit dahingehend besteht, ob die Sandfelder, ohne die Uferseite zu wechseln, wandern, oder ob ein Uebergehen der Sandfelder von einem Ufer zum anderen stattfindet. Es ist mir nun gelungen, bei meinen sehr zahlreichen Versuchen und insbesondere auch bei dem hier mitgetheilten Versuche die Wanderung des Sandes genau zu verfolgen, und zwar mit dem Ergebnifs, dafs die Sandfelder bei ihrer Wanderung von einem Ufer zum anderen überschlagen. So ist z. B. in Abb. 6 Bl. 48 u. 49 bei Hochwasser der Sand gewandert von A rechts nach B links, von da nach C rechts und endlich von hier nach D links. Hierbei bildete der Sand einen dieser geschlängelten Linie entsprechenden fortlaufenden sehr breiten Rücken. Soweit dieser Rücken das Flufsbett durchquert, also nach den Uebergängen, bildet er ein Grundwehr, in dessen Rücken das überfallende Niedrigwasser eine oder mehrere sich schnell erweiternde Furchen auswäscht, die sich bald zur Niedrigwasserrinne ausbilden mit einer Schlängelung, die derjenigen entgegengesetzt ist, in welcher bei dem vorangegangenen Hochwasser der Sand sich bewegt hatte. Das Mittel- und Niedrigwasser hat also den bei Hochwasser zusammenhängenden Sandrücken auf den Uebergängen durchbrochen: bei Niedrigwasser haben wir die durch die Uebergänge von einander getrennten, mehr oder minder an die Ufer sich anlegenden Sandfelder.[5])

Es sei noch besonders darauf hingewiesen, dafs in Abb. 6 Bl. 48 u. 49 in grofser Anschaulichkeit die Bildung der Niedrigwasserrinne auf den Uebergängen sich zeigt. Während diese auf dem am weitesten stromaufwärts gelegenen Uebergange zwischen A und B voll ausgebildet ist, hat sie auf dem mittleren Uebergange zwischen B und C ihre Ausbildung noch nicht vollendet und befindet sich auf dem untersten Uebergange zwischen C und D noch im Anfangszustande ihrer Entwicklung. Beim nachfolgenden Hochwasser treten die nunmehr wieder wandernden Sandfelder unter Kreuzung und Zuwerfung der Niedrigwasserrinne auf den Uebergängen mit einander in Verbindung, um bei wieder fallendem Wasser weiter stromabwärts wieder von einander getrennt zu werden: die Linie $ABCD$ ist annähernd parallel zu sich selbst stromaufwärts verschoben worden, dabei hat aber der wandernde Sand sich in ihr, d. h. im Zickzack bewegt. Hatte ich die Wanderung des Sandes in den geraden Strecken ohne weitere Hülfsmittel betrachten können, so gelang mir solches nur unvollkommen in der gekrümmten Strecke der Abb. 1 Bl. 48 u. 49. Ich versuchte daher zunächst, den Weg des wandernden Sandes dadurch zu bestimmen, dafs ich gefärbten Sand einbrachte. Dieser wurde aber sehr bald von dem ebenfalls wandernden nicht gefärbten Bettsande überlagert, sodafs es nicht möglich war, seinen Weg mit dem Auge genau zu verfolgen. Deshalb stellte ich den Flufslauf nochmals her unter Verwendung feinen Kieses, und nunmehr ging die Wanderung des eingebrachten gefärbten Sandes in so grofser Deutlichkeit vor sich, dafs ich mit der gröfsten Schärfe seinen Weg unter Bestimmung der Geschwindigkeit der Wanderung anfmessen konnte. Abb. 4 Bl. 48 u. 49 zeigt das sehr bemerkenswerthe und für die Praxis wichtige Ergebnifs dieses Versuches. Der rothe Sand wurde hart am linken Ufer zwischen den Stationen 2,0 und 3,0 eingebracht. Er schlug sofort mit grofser Entschiedenheit den Weg zum gegenüberliegenden Ufer ein, das er bei Station 3,5 erreichte und, sich hart an dasselbe anlegend, bis Station 6,0 begleitete. Und ebenso wie er bei Station 3,0 sich scharf und entschieden vom linken Hohlufer entfernte, that er solches bei Erreichung des rechten Hohlufers in Station 6,0, um, wiederum nach dem gegenüberliegenden Ufer überschlagend, das letztere bis Station 8,5, oberhalb des linken Hohlufers zu begleiten. Wir sehen die gleiche Art der Wanderung unter Kreuzung des Flufsbettes auf den Uebergängen in der ganzen weiteren unteren Strecke bis Station 13,5. Auch die Wege des links bei Station 4,5 und rechts bei Station 6,9 eingebrachten blauen Sandes zeigen in Bestätigung des Gesagten, dafs der unterhalb der Hohlufer wandernde Sand seine Uferseite beibehält und erst unterhalb des nächsten ausbiegenden Ufers beginnt überzuschlagen. Das ebenso einfache als wichtige Ergebnifs läfst sich in das folgende Gesetz kleiden:

In Flufskrümmungen der vorliegenden Art verfolgt das wandernde Geschiebe den kürzesten Weg, indem es von einem ausbiegenden Ufer zum nächsten ausbiegenden Ufer unterhalb überschlägt.

5) Der vollkommene Anschlufs der Sandfelder bei B und C an das Ufer wurde durch die örtliche Einwirkung der Buhnenköpfe verhindert.

Endlich habe ich beiläufig festgestellt, dafs bei diesen Versuchen die mittlere Geschwindigkeit des Wassers rund 5000 mal gröfser war als die des wandernden Sandes.

Was nun schliefslich die Versuche über die Einwirkung flufsbaulicher Mafsnahmen auf die Gestaltung des Strombettes angeht, so habe ich bis jetzt nur einen Versuch unter Darstellung des Ergebnisses durchführen können, und zwar bezieht sich dieser auf die Wirkung von Niedrigwasserleitwerken nach dem neueren Franziusschen Vorschlage im Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1899, S. 209. Der Versuch wurde so bewirkt, dafs ich in das nach Abb. 1 ausgebildete Flufsbett die in Abb. 2 Bl. 48 u. 49 gezeichneten Niedrigwasserleitwerke, wiederum aus Schrotsäckchen bestehend, einbaute. Die gesamte Durchflufszeit betrug bei einer Wassermenge von 5,66 Liter/Sec. 54 Stunden. Während des Durchflusses, bei dem die Leitwerke unter Wasser lagen, wurden 80 Liter Sand zu- und abgeführt. Der in Abb. 2 im Grundrifs und Abb. 3 Bl. 48 u. 49 im Längenschnitt gezeichnete Zustand stellt wiederum einen Beharrungszustand dar. Die günstige Einwirkung der Leitwerke auf die schlankere Gestaltung und Vertiefung der Uebergänge geht sehr schön aus diesem Versuche hervor.

Kosten.

Die Kosten für die gesamte innere Einrichtung des Laboratoriums einschliefslich Beschaffung der Messungsvorrichtungen, aber ausschliefslich der baulichen Anlage und des Mobiliars haben betragen rund 7500 ℳ. Die jetzigen etatmäfsigen jährlichen Betriebkosten setzen sich wie folgt zusammen:

Laufende Ausgaben	600 ℳ
Für Zeichenhülfe	1200 „
Für einen Diener	1300 „
Zusammen:	3100 ℳ.

An der Einrichtung des Laboratoriums waren betheiligt: 1. die Maschinenfabrik C. E. Rost u. Co., Dresden (Gerinne, Rohrleitungen und Behälter), 2. Poeschmann u. Co., Dresden (Elektromotor), 3. Brodnitz u. Seydel, Berlin (Kreiselpumpe), 4. Mechaniker O. Leuner, Dresden (Messungsvorrichtungen), 5. Karl Scheurer, Karlsruhe (Nivellirinstrument), dann sei noch hervorgehoben, dafs ich den Feinschrot — nicht weniger denn 700 kg! — von den Königl. sächsischen Hüttenwerken in Freiberg i. S. bezogen habe.

Schlufswort.

Die Einrichtung des Laboratoriums hat sich i. a. als zweckmäfsig erwiesen. Bezüglich der Abmessungen des Gerinnes ist zu bemerken, dafs ich auf Grund meiner bisherigen Erfahrungen sowohl die Breite von 200 cm als auch die Tiefe von 40 cm nicht zu vergröfsern empfehle. Bei der Breite von 200 cm kann man, was für die im Gerinne vorzunehmenden Arbeiten sehr wichtig ist, noch mit der Hand von der Seite her die Gerinnemitte erreichen. Wohl aber mufs ich die Länge des Gerinnes als zu klein bezeichnen. Ich empfehle vielmehr für ähnliche Anlagen eine Gerinnelänge von etwa 20 m. Dann läfst sich auch, was ebenfalls empfehlenswerth ist, die Höchstwassermenge bis auf etwa 60 Liter/Sec. vermehren. Ferner mache ich noch besonders darauf aufmerksam, dafs die über die Gangbahnen erhöhte Lage des Gerinnes sich vortrefflich bewährt hat, denn nur so kann der Beobachter, sich über das Gerinne beugend, die Vorgänge auf der Flufssohle bequem und scharf verfolgen. Endlich erachte ich es für geboten, nochmals hervorzuheben, dafs das hiesige Laboratorium nur auf dem Gebiete des Flufsbaues Forschungen dienen soll, während es auf dem Gebiete der eigentlichen Hydraulik nur für die Zwecke des Unterrichts und der von den Studirenden anzustellenden Uebungen benutzt werden kann. Die auf letzterem Gebiete uns noch fehlenden und für die Praxis dringend nothwendigen Forschungen sind Ausflufsversuche usw. bei grofsen Wassermengen, Vertiefung der Untersuchungen über die Geschwindigkeitsverhältnisse des fliefsenden Wassers usw. Diese rein hydraulischen Forschungen grofsen Mafsstabes lassen sich aber nur in einem sehr viel gröfseren Versuchscanal mit grofsen Wassermengen vornehmen, einem Canal von vielleicht 150 m Länge, 3 bis 4 m Tiefe und 7 bis 10 m Breite. Einen solchen Canal würde man dann auch zweckmäfsig für die Tarirung von hydrometrischen Flügeln und sonstigen Wassergeschwindigkeitsmessern sowie für die Ermittlung von Schiffswiderständen benutzen können. Für die letztgenannten Arbeiten steht mir hier die Versuchsanstalt der Kette in Uebigau (vgl. Jahrgang 1898, S. 657 d. Zeitschr.) zur Verfügung. Ueberdies wird in nächster Zeit gelegentlich des in Vorbereitung befindlichen Neubaues eines grofsen Maschinenbaulaboratoriums für die hiesige Technische Hochschule in Verbindung mit diesem ein 72 m langer hydraulischer Versuchscanal mit allerdings bescheidenen Querschnittsmessungen — 2 m Breite und 1 m Wassertiefe — errichtet werden.

Die im Flufsbaulaboratorium zu lösenden Aufgaben sind bei hervorragender Bedeutung für Wissenschaft und Praxis so vielgestaltig und schwierig, dafs die Kraft und Einsicht des Einzelnen zu ihrer Lösung nicht ausreicht. Es ist daher im Interesse der Weiterentwicklung der Flufsbaukunst zu wünschen, dafs alle technischen Hochschulen mit der Errichtung ähnlicher Anstalten vorgehen. Die alsdann ermöglichte verschiedenartige Behandlung gleicher Aufgaben würde am besten vor Irrthümern schützen und zur richtigen Erkenntnifs führen. Und sollte es gelingen, mit Hülfe der gewonnenen Erkenntnifs die Versuche im Laboratorium so zu leiten, dafs sie mit Sicherheit die Wirkungen von flufsbaulichen Entwürfen vor deren Ausführung anzeigen, dann würde auch die Zeit nicht mehr fern sein, wo jede Strombauverwaltung über ein eigenes Flufsbaulaboratorium mit eigens dazu bestellten Leitern verfügt.

Dresden, im April 1900. H. Engels.

Die Stauwerke des Nilthales.[1]

Vom Regierungs-Baumeister F. W. Otto Schulze in Stettin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 50 im Atlas.)

Aegypten, das in seiner ganzen Länge von Süd nach Nord von dem Nil durchflossen wird, verdankt diesem seinen ganzen Wohlstand. Nur soweit, wie seine jährlich regelmäfsig eintretenden Ueberschwemmungen reichen, nur soweit, wie es gelingt, durch künstliche Vorrichtungen sein fruchtbringendes Wasser zu führen, nur soweit ist Ackerbau möglich, die Grundlage des Wohlstandes des Landes. Wenn in den Monaten Juli, August und September von den Quellgebieten des Nils gewaltige Regenmengen hergeführt werden, übersteigt der Flufs seine Ufer und befruchtet durch die mitgeführten Sinkstoffe je nach der Gröfse der Hochfluth ausgedehntere oder geringere Landflächen, die nach dem Zurücktreten des Wassers, etwa im October, bestellt werden. Die dann bis zum Ende Februar herangereiften Früchte werden im März geerntet und die Felder alsdann der dörrenden und sengenden Sonnengluth überlassen, bis sich Ende Juli dasselbe Spiel von neuem wiederholt. Dabei hängt der Ausfall und Reichthum der Ernten wesentlich von der Höhe der Fluth ab, nasse Jahre führen Wohlstand, trockene Jahre Nothstand herbei. Es ist naturgemäfs, dafs denkende Menschen versucht haben, diesem wechselvollen Spiel Einhalt zu thun und durch künstliche Werke eine gröfsere Regelmäfsigkeit in der Bewässerung des Landes zu erreichen, durch Vertheilung und Ausdehnung derselben auf das ganze Jahr und auf immer gröfsere Landflächen.[2])

Schon König Amenemhet III. hat 2200 v. Chr. in der Nähe des fruchtbaren Fayum den sogenannten Möris-See anlegen lassen, in welchem die ungeheure Wassermenge von 3000 Millionen cbm zur Zeit der Hochfluth aufgespeichert worden sein soll und in den Monaten des niedrigen Nils durch ein kunstvoll angelegtes und bedientes Canalnetz der Niederung zugeführt wurde.

Aber diese Anlage verfiel bald und kam gänzlich in Vergessenheit, und es hat bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts gedauert, ehe die Ausführung neuer grofsartiger Anlagen angeregt und geplant wurde, welche die Bewässerung des Nilthales regeln sollten, und erst in neuester Zeit sind diese soweit gefördert worden, dafs ein merkbarer Erfolg, der zu weiteren kühnen Plänen ermuthigt hat, zu verzeichnen war. Dies sind das an der Spitze des Nildeltas errichtete grofse Stauwehr (der bekannte Barrage du Nil), der Koschecha-Auslafs, das Stauwehr von Assiut und der Staudamm von Assuan. Von diesen dient das erstgenannte der Bewässerung Unterägyptens, die beiden folgenden sind für Mittelägypten errichtet, und endlich das gröfste unter ihnen, der Assuan-Damm, sammelt die für ganz Aegypten in der trockenen Jahreszeit erforderlichen Wassermengen auf. Ihrer Zweckbestimmung nach unterscheiden sie sich dadurch, dafs das erste und dritte so eingerichtet sind, dafs sie das Hochwasser mit nur unwesentlicher Hebung durchfliefsen lassen und das Niedrigwasser so hoch aufstauen, dafs es in die Bewässerungscanäle eintritt und sich über das Land vertheilt, während das letztere aber von dem Hochwasser so bedeutende Mengen zurückhält, dafs diese in der wasserarmen Zeit ausreichend sind, die Niedrigwassermenge des Nils so zu erhöhen, dafs eine gute Bewässerung für das ganze Jahr gewährleistet wird.

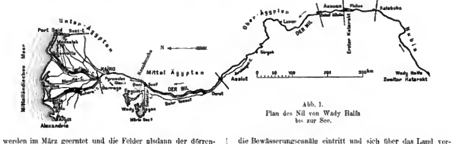


Abb. 1.
Plan des Nil von Wady Halfa bis zur See.

Von den genannten Anlagen sind jedoch erst der Barrage und der Koschecha-Auslafs vollendet, während die anderen zur Zeit in emsigster Weise mit gewaltigen Mitteln gefördert werden. Aber schon die bisher ausgeführten Bauten haben aufserordentlich wohlthätig gewirkt; während früher im wesentlichen Weizen, Gerste, Bohnen und Klee gebaut wurden, ist jetzt die Baumwollencultur und auch der Zuckerrohranbau als Folge der geregelten Bewässerung zu mächtigem Umfang angewachsen. Die Vollendung aller vier Werke wird bei ihrer gleichzeitigen Ausnutzung durch ein kunstvolles, sorgfältig unterhaltenes Canalnetz eine grofse Ausdehnung der bebaubaren Flächen bewirken, auf allen diesen eine Ernte sicher stellen, auf den günstiger gelegenen sogar die Möglichkeit zu zwei solchen in einem Jahre bieten.

Es sollen nun die oben genannten grofsen Werke der Ingenieurbaukunst im einzelnen näher geschildert werden.

Das älteste unter ihnen, der **Barrage du Nil**, bildet den Mittelpunkt der grofsen Bewässerungsanlagen Unterägyptens, von denen die Fruchtbarkeit von über 8000 qkm und die Wasserversorgung mehrerer Millionen Menschen ab-

1) Vergl. auch Engineering 1892 II, S. 163; 1894 I, S. 233, 521, 784 und Sir Major Brown „History of Barrage".
2) Alle Höhenangaben beziehen sich auf den Mittelmeerspiegel.

hängt. An der Spitze des Nildeltas gelegen und die beiden Flufsarme von Rosetta und Damietta durchquerend, zwingt es in geschlossenem Zustande die Niedrigwassermenge des Nils, sich zu erheben und in einem kunstvoll angelegten Canalnetz das Land, Fruchtbarkeit verbreitend, zu durchziehen, während es geöffnet den Hochwasserfluthen nur geringe Hindernisse bereitet. Die genannten Flufsarme zerlegen Unterägypten in drei grofse Abschnitte (Lageplan Text-Abb. 2), von denen der westlichste, die Provinz Beherah, durch den Ragyiah Beherah, der mittlere, zwischen den beiden Hauptnilarmen belegen und die Provinzen Menufigyah und Gharbigyah umfassend, durch den Ragyah Menufigyah, und endlich der östlichste, aus den Provinzen Kaliubiyah, Skarkiyah und Dakahliyah bestehend, durch den Ragyah Menufigyah bewässert werden, zu denen noch für den letztgenannten Abschnitt die Canäle Ismaïliyah, Skarkawiyah und Basusiyah unterstützend hinzutreten.

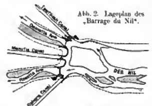


Abb. 2. Lageplan des „Barrage du Nil".

Die ganze Anlage, die durch ihren gewaltigen Umfang von überwältigendem Eindruck ist und durch ihre wehrhafte, gefällige, architektonische äufsere Gestaltung ein reizvolles Gesamtbild für den Beschauer darbietet, hat in fast einem Jahrhundert die wechselvollsten Geschicke durchleben müssen, ehe es gelang, sie ihrem ursprünglichen Zwecke nutzbar zu gestalten. Wohl selten ist die Geschichte eines grofsen Werkes so mannigfaltig und lehrreich, dafs es verlohnt, sie kennen zu lernen und zu bewundern, dafs es doch endlich gelungen ist, allen auf den verschiedensten Gebieten sich aufthürmenden Schwierigkeiten zum Trotz durch die Energie und Begabung der leitenden Ingenieure das schon dem Verderben geweihte Werk brauchbar und dem Lande segenbringend zu gestalten.

Als Urheber des Gedankens, an der Spitze des Nildeltas eine Vorrichtung zu schaffen, mit deren Hülfe die Wasservertheilung in die beiden Nilarme geregelt werden könne, gilt Napoleon I., der zur Zeit seines ägyptischen Feldzuges (1798—99) die Verhältnisse des Landes kennen lernte. Mit Eifer verfolgte alsdann der 1805 zur Regierung gelangte Vicekönig Mohamet Ali den Plan; er hatte erkannt, dafs die bisherige Art der Bewässerung, die von der Willkür des Flusses abhing, den höheren Anforderungen der fortschreitenden Cultur nicht mehr genügen könne. Besonders drängte der mehr und mehr an Umfang wachsende Baumwollenanbau zu einem Bruch mit dem bisherigen Canalnetz. Während bisher erst nach dem Zurücktreten des Flusses in seine Ufer die Bebauung auf den überschwemmten und überschlickten Flächen begann, verlangte der Anbau der Baumwolle, die selbst keine Ueberschwemmung verträgt und schon zu einer Zeit gepflanzt und bewässert werden mufs, ehe der Nil zu steigen beginnt, die Eindeichung der Niederung und möglichst lange und regelmäfsig ausgedehnte Bewässerung durch ein planmäfsig angelegtes Canalnetz. Aufserdem führte zu dem Gedanken der Errichtung eines Stauwerkes die dem Lande obliegende, in Frohndienst auszuführende, schwere Pflicht, die bisherigen tiefen Gräben alljährlich von Nilschlamm zu reinigen, und die Mühe das Wasser nach der Ueberschwemmung zur Zeit des Niedrigwasserstandes aus diesen Canälen durch die Natal, Schaduf und Sakije genannten einfachen Hebevorrichtungen bis zur Geländehöhe zu fördern. Allen diesen Forderungen würde ein an der Spitze des Nildeltas angelegtes Stauwerk genügen, welches, zur Niedrigwasserzeit geschlossen, das Anheben des Wasserspiegels bis zur Geländehöhe selbstthätig besorgen würde.

Mohamet Ali, von grofsem Thatendrang beseelt, erkannte bald den Nutzen des Planes, welchem zuerst der Franzose Linant de Bellefonds eine festere Gestaltung verlieh, und verlangte ungestüm seine sofortige Ausführung, indem er sogar vor dem Gedanken nicht zurückschreckte, zur Beschaffung des erforderlichen Bedarfes an Bruchsteinen die Pyramiden von Gizeh abzubrechen. Nachdem eine gemischte Commission die ganze Frage geprüft hatte und sich für die Ausführung eines festen Dammes mit einigen Auslässen entschieden hatte — ein Plan, der bei Hochwasser einen solchen Stau erzeugt haben würde, dafs ganz Kairo unter Wasser gesetzt worden wäre —, erlangte Linant 1833, der diesen Plan mit Recht heftig bekämpfte, für seinen inzwischen ausgearbeiteten Entwurf die Billigung des Vicekönigs und die Genehmigung zur sofortigen Inangriffnahme der Ausführung. Linants Entwurf sah für jeden Nilarm, etwas unterhalb des jetzigen Werkes, ein Wehr vor, dessen Oeffnungen durch Schütztafeln zwischen massiven Pfeilern geschlossen werden sollten. Eine gewaltige Menschenmenge begann sogleich die Ausschachtung der Baugruben und die Herbeischaffung der Baustoffe; aber, als eine Seuche viele Menschen hinwegraffte und andere widrige Umstände eintraten, wurde Ali der Sache überdrüssig, und nach einem zu ungunsten des Entwurfes ausgefallenen Beschlusse eines erneut eingesetzten Ausschusses liefs er die Arbeiten allmählich einschlafen. Erst 1842 gelang es dem Franzosen Mougel, der dem militärischen Sinne des Vicekönigs zu schmeicheln wufste, indem er vorschlug, fortificatorische Zwecke mit der Anlage zu verbinden, für seinen denselben Grundgedanken verfolgenden, aber wesentlich verbesserten Entwurf den Vicekönig zu gewinnen. Dieser, dessen Ungeduld sich im Laufe der Jahre wieder gesteigert hatte, beauftragte Mougel mit der sofortigen Ausführung und drängte ihn stets zur Beschleunigung der Arbeiten. So wurde nun von 1843 bis 1851 emsig geschafft und das Werk später nach den Plänen Mougels so beendet, wie es mit geringen Abänderungen auch heute noch besteht. Es erscheint daher hier die geeignete Stelle zu sein, eine kurze Beschreibung des Bauwerkes einzuflechten.

Das Stauwerk, an der Spitze der Gabelung der beiden Nilarme belegen, wird durch eine zwischen ihnen liegende, etwa 1000 m breite Landzunge, auf der inmitten herrlicher Parkanlagen die Verwaltungsgebäude Platz gefunden haben, in zwei Theile zerlegt, das Stauwerk von Rosetta und das von Damietta. Das erstere besitzt bei einer Länge von 465 m 61 Oeffnungen von 5,0 m Breite und an jedem Ufer eine Schiffahrtsschleuse, das andere besafs bei einer Länge von 535 m ursprünglich 71 Oeffnungen, deren Zahl später auf 61 verringert wurde, und 2 Schiffahrtsschleusen von 14,5 m

lichter Breite. Für jeden Arm war anfänglich nur je eine Schleuse an einem Ufer und je eine in der Mitte des Flufslaufes vorgesehen, die letzteren wurden jedoch durch je zwei Schützöffnungen ersetzt und an das Ufer verlegt, sodafs sich

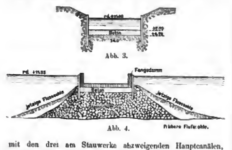


Abb. 3.

Abb. 4.

mit den drei am Stauwerke abzweigenden Hauptcanälen, welche ebenfalls durch Schützen abschliefsbar und durch Schleusen zugänglich sind, die in der Text-Abb. 2 dargestellte Grundrifsanordnung ergieht.



Abb. 5.

Die Gründung erfolgte an den Stellen, wo die Flufssohle höher als die Unterkante des Fundamentes lag, nach Aushebung der Baugrube zwischen Spundwänden durch Betonschüttungen (Text-Abb. 3), an den tieferen Stellen des Flufsbettes in gleicher Weise, jedoch erst, nachdem durch eine riesige Steinschüttung (Text-Abb. 4) die Sohle des Flusses künstlich gehoben war. Auf dem so gewonnenen Fundament wurden innerhalb der Spundwände für je fünf Oeffnungen Fangedämme (Text-Abb. 5) hergestellt und aus bearbeiteten Blöcken die Sohle und die Pfeiler im Trocknen aufgemauert. Bei den 71 Oeffnungen des Damietta-Armes, welche, wie auch die auf den in dem Querschnitt des Rosetta-Armes (Text-Abb. 6) mit AC bezeichneten Theil entfallenden Oeffnungen nach der in Text-Abb. 7 dargestellten



Abb. 6.

Weise ausgeführt wurden, boten sich keine besonderen Schwierigkeiten bis auf eine Stelle, wo sich feiner Triebsand vorfand und ein Vermischen des Betons mit dem aufquellenden Sand und ein Auswaschen des Cementes nicht verhindert wurde. Weit schwieriger gestalteten sich die Verhältnisse für den auf den lose aufgeschütteten Steinen herzustellenden Theil CB des Rosetta-Armes. Da durch die Spundwände die Strömung nicht ganz abgehalten und der Cement aus dem Beton ausgewaschen wurde, zeigten sich bei dem späteren Anspumpen der durch Fangedämme eingefafsten, einzelnen Baustrecken so starke Quellen, dafs sich die Sohle stellenweis um 0,50 m hob. Im übrigen erfolgte die Ausführung nach den in Text-Abb. 7 dargestellten Schnitten, zu denen weitere Erläuterungen wohl entbehrlich sein dürften. Auffallen möchten bei der gewählten Anordnung die wenig vollkommene Vorsorge gegen Unterströmungen des ganzen Bauwerkes, das Fehlen tief hineingreifender Spundwände und einer ausgedehnten Abdichtung und Befestigung der Flufssohle oberhalb und unterhalb des Wehres.

Zum Abschlufs der einzelnen 5,0 m weiten Oeffnungen waren ursprünglich die in Text-Abb. 7 ersichtlichen, nach einem Kreisbogen gekrümmten, 5,5 m hohen, aus hohlen Eisencylindern bestehenden Schützen vorgesehen, die durch radiale Verbindungseisen in dem Mittelpunkte des Kreisbogens drehbar befestigt waren. Sie lagerten sich bei geschlossenem Wehr auf einem auf der Sohle fest angebrachten Gitter von 0,30 m Höhe, zur Spülung der Sohle und Verhinderung von Schlammablagerungen bestimmt, und sollten durch Einpressen von Luft in die hohlen Cylinder selbstthätig gehoben werden; sie haben sich jedoch nicht bewährt und wurden später (1884) durch Rollschützen ersetzt, von denen das untere gewöhnlich 2 m (je nach der Höhenlage der Sohle), das obere 2,5 m hoch ist, da sie zusammen einen Aufstau von 4,50 m halten sollen. Gezogen werden die Schützen durch kräftige, fahrbare Winden. Zu erwähnen bleibt noch, dafs die ganze Anlage, die eine Breitenausdehnung von etwa 1,5 km besitzt und gleichzeitig eine wichtige Verkehrsstrafse über den Nil bildet, von einem Schmalspurgleis durchzogen ist, dessen Anordnung sich als aufserordentlich zweckmäfsig erwiesen hat. Ist schon durch die Gesamtanordnung die Einheitlichkeit des Betriebes des ganzen Werkes, welches aufser den beiden Hauptwehren die beweglichen Verschlüsse der drei Hauptbewässerungscanäle und sieben Schiffahrtsschleusen umfafst, gewährleistet, so erleichtert diese Rollbahn, auf welcher die Beamten mittels einfacher zweisitziger Plattformwagen, von leichtfüfsigen, an

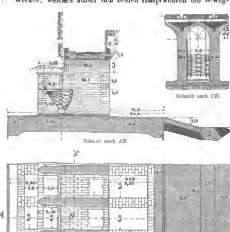


Abb. 7. Barrage du Nil.

schnelles Laufen gewöhnten Eingeborenen geschoben, verkehren, den Dienst ungemein und ist ferner von nicht zu unterschätzender Bedeutung für die Heranschaffung von Baustoffen zu Ausbesserungen.

Mohamet Ali wandte der Ausführung der gewaltigen Anlage ein großes Interesse zu, vielleicht wenig zu gunsten der ganzen Angelegenheit. Er befahl, dafs täglich 1000 cbm Beton verarbeitet würden und war von grofser Ungeduld, wenn unvorhergesehene Schwierigkeiten auftraten. Wenn auch gegen die gesamte Anordnung der Construction leise Bedenken nicht unterdrückt werden können, so sind doch die später aufgetretenen grofsen Fehler des Bauwerkes nicht etwa einem Mangel an technischem Können seitens der leitenden Ingenieure zuzuschreiben, deren Energie und Umsicht vielmehr Bewunderung verdient, sondern hauptsächlich durch die Willkür und Unbeständigkeit ihres Herrn und durch die Hast der ganzen Ausführung veranlafst worden. Mohamet Ali erlebte die Vollendung des Werkes nicht mehr, ihm folgte in der Regierung 1848 Abbas Pascha, der, obgleich wenig geneigt zur Fortsetzung der von seinem Vorgänger begonnenen Arbeiten und durch Einflüsterungen seines Berathers Linant das Heil des Landes mehr in der Anlage von grofsen Pumpwerken erblickend, aus Furcht vor der öffentlichen Meinung die Unterbrechung der Arbeiten nicht wagte und das ganze Werk, nachdem Mougel 1853 entlassen war, durch Mazbas Bey im Jahre 1861 vollenden liefs, ohne dafs jedoch die Fehler und Schwächen der Gründung beseitigt worden wären.

Die Folgen davon liefsen auch nicht auf sich warten. Die ganze Anlage, die bis dahin nach Willcocks etwa 80 Millionen Mark gekostet hatte, wobei die Arbeit der zu Frohndiensten herangezogenen Eingeborenen und der Soldaten nicht berücksichtigt ist, erwies sich nach ihrer Vollendung als völlig unfähig, einem nennenswerthen Wasserdrucke zu widerstehen. Es wurden nun Commissionen auf Commissionen eingesetzt, welche die Fehler der Anlage ermitteln und Mittel und Kosten der Abhülfe angeben sollten. Zu einer dieser Commissionen gehörte auch John Fowler, einer der Erbauer der Forthbrücke in Schottland, der die Errichtung eines Entlastungswehres hinter dem alten vorschlug, ferner General J. H. Rundall, der zu solchen Mafsregeln rieth, wie sie späterhin zur Ausführung kamen, und auch die Kosten annähernd richtig auf etwa 9 Millionen Mark schätzte. Alle diese Berathungen und Untersuchungen, die sich auf die Jahre von 1861 bis 1883 erstreckten, während welcher Zeit das ganze Werk unbenutzt und schlecht unterhalten verkam, führten schliefslich zur endgültigen Verurtheilung desselben. Als Gründe wurden angeführt, seine gebrauchsfähige Herstellung sei zu theuer, es würde ferner grofse Schlammablagerungen oberhalb hervorrufen, die ihrerseits zu der kostspieligen Wiederherstellung und Räumung der alten tiefen Canäle führen würden, das ganze Land wäre abhängig von einem einzigen Werke, und endlich würde durch den hervorgerufenen Aufstau eine Schädigung des Landes durch Sickerwasser eintreten. Zum Glück erwiesen sich die erstgenannten Gründe in Zukunft als unzutreffend, bis auf den letzten, welchen das Stauwerk aber mit den von seinen Verurtheilern damals begünstigten Pumpwerken theilt.

Zwei englischen Ingenieuren, die von Indien geschult und an Erfahrungen reich zurückkehrten, war es vorbehalten, mit verhältnifsmäfsig geringen Kosten das Stauwerk wieder in Ansehen zu bringen und es fähig zu machen, seiner ursprünglichen Bestimmung gerecht zu werden. Es waren dies Sir Colin Scott Moncrieff und Mr. Willcocks. Auf Veranlassung des ersteren widmete sich der letztere eingehend der Prüfung des bisher Ausgeführten, das er in verwahrlostem Zustande vorfand, versetzte mit geringen Kosten alle Theile der Anlage in brauchbaren Zustand und wagte im Juli 1884 zum ersten Male einen geringen Aufstau, der auf der Rosetta-Seite 2,20 m und auf der Damietta-Seite 0,95 m betrug. Der Erfolg war überraschend, die bisher erreichte gröfste Baumwollenernte wurde überschritten, und ein gleich günstiges Ergebnifs brachte das folgende Jahr. Der nun eintretende Umschwung der öffentlichen Meinung führte sogleich dazu, dafs Mittel zur Instandsetzung bereitgestellt wurden. Die Ausführung wurde von Lieut.-Colonel Western und Mr. A. G. W. Reid übernommen. Zunächst wurde die Hälfte eines Theiles des Stauwerkes mit einem Fangedamm umgeben, trocken gelegt und eingehend untersucht. Darauf entschlofs man sich, eine sorgfältige Abdichtung des bisherigen Fundamentes durch Aufbringung einer durchschnittlich 1,25 m starken, mit bearbeiteten Bruchsteinen abzudeckenden Betonschicht vorzunehmen und zur Abdichtung und Befestigung der Flufsstrecke ober- und unterhalb des Stauwerkes die in Text-Abb. 8 dargestellten Mauerwerkkörper aus Kalkbruchsteinen (schräg schraffirt), Abpflasterungen der Sohle und eine Spundwand nach oberhalb zu auszuführen.

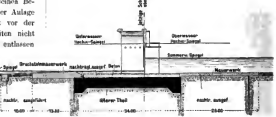


Abb. 8. Schnitt durch den „Barrage du Nil“.

Die Arbeiten wurden auf vier Jahre vertheilt, sodafs in jedem in dem kurzen Zwischenraume zwischen zwei Hochwässern vom November bis Juni die Hälfte des Stauwerkes eines Nilarmes durch einen Fangedamm eingeschlossen, untersucht und ausgebessert wurde. Von diesen acht Monaten entfielen etwa zwei auf die Herstellung des Fangedammes, zwei auf die Trockenlegung der Baugrube, sodafs für die eigentliche Arbeit nur vier Monate verfügbar blieben. Trotz mancher unvorhergesehener Hindernisse gelang es in den vier Jahren 1887 bis 1890 mit einem Kostenaufwande von 9 300 000 ℳ die ganze Arbeit glücklich zu beenden und das Stauwerk nun endlich für den beabsichtigten Aufstau widerstandsfähig zu gestalten. Wenn auch, wie ursprünglich in Aussicht genommen, ein Aufstau von 4,5 m bis

1894 noch nicht erreicht wurde, so konnte dieser jedoch schon bis 4 m gesteigert werden.

Die kaum noch erhoffte glückliche Vollendung des ganzen Werkes nach so wechselvollen Schicksalen brachte nun dem Lande reichen Segen, in wenigen Jahren verdoppelte sich die Baumwollenernte, die Frohndienste zur Räumung der Canäle konnten abgeschafft werden, und grofse

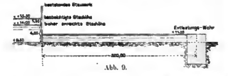


Abb. 9.

Geld- und Arbeitsaufwendungen für Hebung des Wassers wurden erspart. Der Aufstau der Niedrigwassermenge des Nils ist sogar so vollkommen erreicht worden, dafs z. B. 1892 alles Nilwasser den Canälen zugewiesen werden konnte. Einige später noch auftretende Quellen wurden mittels einer entsprechenden Verlängerung des Sturzbettes, die durch eine starke mit Cementsäcken bedeckte Kleischicht bewirkt wurde, unschädlich gemacht. Die gesamten auf Herstellung der Anlage verwandten Kosten haben sich reichlich bezahlt gemacht.

Dafs aber sorgfältige Unterhaltung und Ueberwachung nicht fehlen dürfen, ist jedem Eingeweihten klar, und nachdem das Bedürfnifs zu höherer Anspannung des Stauspiegels eingetreten ist, hat man sich neuerdings zu einer weiteren Verstärkung der ganzen Anlage entschlossen und eine Summe von 11 000 000 ℳ dafür bereitgestellt. Die Arbeiten haben im verflossenen Jahre begonnen und werden voraussichtlich in dem laufenden ihrer Vollendung entgegengehen. Sie beruhen auf dem schon von John Fowler angeregten Gedanken der Anordnung eines zweiten, unterhalb belegenen, die Staustufe zerlegenden Entlastungswehres, wie in der Uebersichtszeichnung (Text-Abb. 9) ersichtlich ist. Die weitere Anordnung dieses zweiten festen Wehres, das 500 m unterhalb des bestehenden errichtet wird, zeigen die Text-Abb. 10 bis 12. Das Hauptinteresse fordert dabei die Herstellung des Mauerwerkkernes aus Kalkbruchstein. Nachdem zunächst die Baugrube durch Baggerung hergestellt ist, werden hölzerne abgebundene Tafeln von etwa 1 m Breite und 8 m Höhe zu einem Kasten zusammengestellt, dessen Innenraum dem herzustellenden Mauerwerkkörper entspricht, und durch Zangen und Ketten zusammengezwängt. In den Hohlraum werden nun, nachdem darin drei eiserne, mit zahlreichen Löchern versehene Rohre von 0,15 m Durchmesser aufgestellt worden sind, Kalkbruchsteine bis zu der erforderlichen Höhe geworfen. Die Ausfüllung der Fugen erfolgt darauf durch dünnflüssigen Cement, der durch ein besonderes, etwa 0,05 m Durchmesser haltendes Rohr eingegossen wird, welches, von unten anfangend, allmählich dabei gehoben wird. Nach vorgenommenen Proben soll auf diese Weise ein guter dichter Mauerwerkklotz erhalten und, da ein in acht Stunden abbindender Cement zur Verwendung gelangt, aufserordentlich schnelles Arbeiten ermöglicht werden.

Bei dem im Jahre 1899 im Damietta-Arm in Ausführung begriffenem Theile wurde die ganze Arbeit von schwimmenden Rüstungen (Text-Abb. 12) aus vorgenommen, von denen vier in Verwendung waren. Der Arbeitsfortschritt betrug täglich insgesamt 10 m, sodafs in zwei Monaten der ganze etwa 500 m lange Mauerwerkkörper hergestellt werden konnte. Eine solche Beschleunigung der Arbeiten wird dadurch bedingt, dafs sie innerhalb zweier Hochwässer des Nils, also vom November bis Juni ausgeführt werden müssen.

Mögen diese Arbeiten zur weiteren Vervollkommnung des mit so vielen Opfern hergestellten „Barrage du Nil“ beitragen und seine Nutzbarkeit für die Bewässerung Unterägyptens erhöhen.

Der Kescheschn-Auslafs, das zweite grofse vollendete Werk englischer Ingenieure in Aegypten, ist für den mittleren Theil des Landes bestimmt. Seine Herstellung wurde dadurch veranlafst, dafs Ismail Pascha für seine in Mittelägypten belegenen ausgedehnten Ländereien von der alten bisherigen Bewässerungsart, dem Beckensystem, nach welchem jährlich nur eine Ueberstauung stattfindet, überging zu der zeitgemäfseren Form der regelmäfsigen, das ganze Jahr hindurch währenden Bewässerung, um Zuckerrohranbau zu treiben.

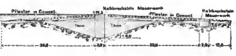


Abb. 10. Entlastungswehr.

Diese Besitzungen bilden einen grofsen Theil des urbaren Landes in Mittelägypten, erstrecken sich von Derut abwärts bis Koschescha (vgl. Text-Abb. 1) und bilden längs dem Westufer des Nils einen Streifen von 190 km Länge, dessen Breite zwischen einem Viertel und der Hälfte der Thalbreite schwankt. Behufs regelmäfsiger Bewässerung dieses mächtigen Besitzes liefs Ismail Pascha 82 km oberhalb Assiuts einen

Abb. 11. Wagerechter Schnitt (s. Abb. 12).

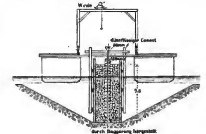


Abb. 12. Schwimmende Rüstung für die Herstellung des Mauerwerkkörpers.

Canal von dem Nil abzweigen, der unter dem Namen Ibrahimiyeh-Canal das ganze Gebiet durchzieht und das Nilwasser zur bequemen Versorgung der Aecker hoch genug

heranführt. Durch diese Maſsregeln wurde allerdings für den genannten Landstreifen gut gesorgt, dafür aber das dahinter liegende Land von unmittelbarer Bewässerung abgeschnitten. Während bis dahin der ganze Landstreifen von Assiut bis Koscheschah in einzelne Polder zerlegt war, die meist mit dem Nil in unmittelbarer Verbindung standen, von diesem mit schlickreichem Wasser überstaut wurden und auch wieder in denselben entwässerten, so blieb ihnen im wesentlichen nur noch die Bewässerung durch den Bahr Jussuf-Canal und von Polder zu Polder von oben herab; dabei kamen die am weitesten nach unterhalb belegenen Flächen zu kurz, da sie nur noch sehr schlickarmes Wasser erhielten. Diesem Nachtheil wurde von 1884 ab dadurch abgeholfen, daſs auf der ganzen Strecke gleichmäſsig vertheilt eine gröſsere Zahl von Zubringercanälen angelegt wurde, die, meist vom Nil ausgehend, den Ibrahimiyah-Canal mittels Düker kreuzten und so in die von der unmittelbaren Bewässerung abgeschnittenen Polder zur Hochwasserzeit fruchtbares Wasser führten. Die gesamte in den

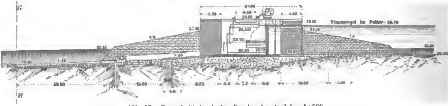


Abb. 13. Querschnitt durch den Koscheschah-Auslaſs. 1 : 500.

fünfzig Tagen der Ueberschwemmung von den Polden der Strecke Assiut — Koscheschah zurückgehaltene Wassermenge beträgt etwa 2000 Millionen cbm, von denen ein Theil durch den Bahr Jussuf in das Fayum abgezweigt wird, ein weiterer verdunstet, der bedeutende Rest aber von Polder zu Polder fluthet und endlich im untersten ein auſserordentliches Ansteigen des Wassers hervorruft. Von hier wurde aus dem Koscheschah-Polder bis 1890 nach der mit feierlichen Ceremonieen bewirkten Durchstechung des Deiches die gewaltige Wassermenge, die ihre Sinkstoffe auf den überstauten Flächen zurückgelassen hatte, dem Nil wieder zugeführt. Dies Verfahren hatte aber manche Schattenseite und wurde die Ursache von Schäden, wenn sich die ganze Fluth auf einmal in den Nil ergoſs und dadurch ein zu starkes Steigen in diesem verursachte, oder auch in den durchstauten Poldern die Geschwindigkeit des Wassers zu groſs wurde.

Vorgenannte Umstände führten zur Erbauung eines groſsartigen Werkes, des Koscheschah-Auslasses, dessen Aufgabe darin besteht, die Entfernung der Ueberschwemmungswässer aus den Poldern regeln und beherrschen zu können. Der Bau desselben wurde nach den Plänen des Lieutenant-Colonel J. H. Western und Mr. A. G. Reid im Jahre 1889 beschlossen und im Jahre 1891 unter der Oberleitung des Mr. W. Marshall Hewatt glücklich vollendet mit einem Kostenaufwand von rund 1 250 000 *M*.

Der Auslaſs besteht aus einem massiven beweglichen Wehr mit 60 Oeffnungen zu je 3 m lichter Weite (Text-Abb. 13 und 14). Jede derselben ist durch ein gewölbtes Zwischenmauerwerk in eine gröſsere obere und eine kleinere untere Abtheilung zerlegt. Die obere Oeffnung wird durch eine um ihre untere wagerechte Kante drehbare Klappe geschlossen, die durch eine Ausklinkvorrichtung gehalten und durch Auslösen derselben leicht und schnell geöffnet werden kann. Die untere Oeffnung kann durch ein in Falzen gleitendes Schütz verschlossen werden, welches durch fahrbare Winden gezogen und 0,75 m gehoben werden kann, ohne den Durchfluſs des Wassers in der oberen Oeffnung zu stören.

Der Betrieb des Werkes ist nun in der Weise gedacht, daſs beim Ansteigen des Nils zunächst die oberen Oeffnungen geschlossen werden, während die unteren noch für den Eintritt des Hochwassers geöffnet bleiben, bis eine Ausspiegelung des Wassers im Polder mit dem hochangeschwellenen Flusse stattgefunden hat, alsdann werden auch diese heruntergelassen. Der Wasserstand im Polder steigt nun durch von den oberen Becken herabkommendes Wasser und kann, wenn er die zulässige Höhe zu überschreiten droht, ehe der Zeitpunkt für die Gesamtentleerung aller Polder gekommen ist, durch Anheben der unteren Schützen geregelt werden. Soll dann die Gesamtentlastung beginnen, so werden so schnell als möglich alle oberen Oeffnungen freigegeben und einige Tage später auch die unteren Schützen gezogen; das Werk ist dann imstande, in 24 Stunden 100 bis 150 Millionen Cubik-

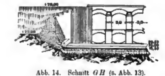


Abb. 14. Schnitt *GH* (s. Abb. 13).

meter abzuführen. Die Oeffnung der sechzig oberen Klappen hat im Jahre 1891 nur 20 Minuten beansprucht und soll in noch kürzerer Zeit möglich sein. Das ganze Werk hat seiner Bestimmung bisher vollauf genügt zum Ruhm seiner Erbauer.

Das **Assiut-Stauwerk**, zur Zeit noch im Bau befindlich, soll für Mittelägypten und das Fayum einem ähnlichen Zweck dienen wie der Barrage du Nil; es soll zur Niedrigwasserzeit den Spiegel des Flusses bis zur Geländehöhe anstauen, dadurch die Vertheilungsfähigkeit der Mittelägypten durchziehenden Canäle, des Ibrahimiyah- und Bahr Jussuf-Canals vergröſsern und für eine das ganze Jahr hindurch

währende regelmäfsige Bewässerung Sorge tragen; zur Hochwasserzeit wird es den Nilfluthen aber freien Durchflufs gestatten. Seine Bauart ist daher ähnlich der des unterhalb Kairos befindlichen grofsen Stauwerks; es wird massiv ausgeführt und erhält 120 Oeffnungen, in denen mittels Rollschützen ein Stau von 3 m gehalten werden kann. Eine grofse Vermehrung des bisher bebaubaren Landes wird für Mittelägypten durch Errichtung desselben erhofft. Die Arbeiten befanden sich im Jahre 1899 in vollem Gange und werden durch die Firma Aird u. Co. ausgeführt.

Bei weitem das gröfste Interesse hat in neuerer Zeit der Assuan-Standamm (Bl. 50) hervorgerufen. An Kühnheit des Gedankens alle seine Vorgänger überragend und den Schlufsstein der grofsartigen Bewässerungsbauten Aegyptens bildend, ist er bedauerlicherweise mit dem einen Nachtheil behaftet, die oberhalb Assuans belegene Insel Philae mit ihren herrlichen Baudenkmälern theilweis zu überschwemmen und diese dadurch vielleicht früher dem allmählichen Untergange zu weihen. Zwei frühere Aufsätze im Centralblatt der Bauverwaltung im Jahrg. 1894 S. 517 und 1896 S. 385 haben dieser Befürchtung Ausdruck gegeben. Ein Sturm der Entrüstung wurde unter den Archäologen Europas entfesselt, als die Nachricht zu ihnen drang, dafs jene herrliche Kunststätte in ihrem Bestehen gefährdet sei; die preufsische Regierung hat den Regierungsbaumeister Dr. Borchardt nach Aegypten gesandt, um die Verhältnisse an Ort und Stelle zu untersuchen; dieser hat durch Freilegen der Fundamente und eingehende Prüfung der Bauwerke in seinen beiden an die Akademie der Wissenschaften zu Berlin gerichteten Berichten die Befürchtigungen bestätigt, die den Bauten Philaes durch zeitweise Ueberschwemmungen drohen.

Der geplante Staudamm, der das bei Assuan von Felsen begrenzte Nilthal in einer Breite von 2 km durchquert, hat den Zweck, ein grofses Sammelbecken herzustellen, in welchem die für die Sommerbewässerung erforderlichen Wassermengen zur Zeit der Fluth aufgespeichert und bei Niedrigwasser nach und nach abgegeben werden sollen, wodurch die Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit Aegyptens ganz gewaltig vermehrt werden würde. Sir William Garstin, Unterstaatssecretär im ägyptischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten, giebt den durch den Staudamm für den Staat zu erwartenden Nutzen auf jährlich 17000000 ℳ an und berechnet die Zunahme des Werthes der Ernten für Ober-, Mittel- und Unterägypten auf jährlich 320000000 ℳ.

Nachdem Sir William Willcocks dem Gedanken 1891 festere Gestalt gegeben und die grofsen Vortheile eines solchen Wasserspeichers nachgewiesen hatte, wurde den verschiedenen Lösungen der Aufgabe nähergetreten. Auf zwei Wegen kann man zu dem Erfolge gelangen; indem man entweder den Flufs durch einen Querdamm selbst zum Staubecken herrichtet oder ein Seitenthal dazu verwendet. Für die erste Art wurden vier Entwürfe, für die letztere nur einer aufgestellt.

Die Möglichkeit der Anordnung eines Querdammes wurde gefunden bei Kalabsha, oberhalb Philaes, oberhalb Assuans und bei Gebel Silsila (vgl. Text-Abb. 1); die Benutzung eines Seitenthales, durch den Franzosen Mr. Cope Whitehouse zuerst vorgeschlagen, schien nur im Wady Rayan gegeben (vielleicht dem alten Möris-See).

Zur Prüfung der Frage wurde ein Ausschufs berufen, dem der Engländer Benjamin Baker, der Italiener Torricelli und der Franzose Boulé angehörten, von denen die beiden ersteren sich für die Stelle bei Assuan entschieden in Uebereinstimmung mit der ägyptischen Regierung und deren englischen Rathgebern, während Boulé eine Anzahl kleinerer Sperrdämme oberhalb Philaes vorschlug.

Die Gründe, die im wesentlichen zur Verwerfung der anderen Entwürfe führten, waren die folgenden. Bei Kalabsha wäre wohl die Gründung des Sperrdammes durchweg auf Fels möglich gewesen, aber die Entfernung des Staubeckens von den zu bewässernden Landflächen ist so grofs und die Lage so südlich, dafs durch Verdunstung und Versickerung auf dem langen Wege thalwärts zu viel Wasser verloren gegangen wäre. Oberhalb Philaes konnte an einer Stelle durch Bohrungen ein für die Gründung ausreichendes Festigkeit besitzendes Gestein nicht gefunden werden; während bei Gebel Silsila sich im Untergrunde soviel Felsspalten, Kleischichten und verwitterter Feldspath vorfanden, dafs es nicht rathsam erschien, dort eine Thalsperre von solcher Höhe, dafs sie ganz Aegypten speisen könnte, zu errichten. Bei dem Wady Rayan-Entwurf, der darin bestand, dafs der dort vorhandene Thalkessel bei Hochwasser durch einen Zubringercanal angefüllt und bei Sommerzeit durch denselben oder einen zweiten Canal wieder entleert werden sollte, erschienen, obgleich er mannigfache Vorzüge besitzt, die Kosten zu hoch; durch seine nördliche Lage würde er auch nur Unterägypten grofse Vortheile bringen.

Alle eben geschilderten Nachtheile finden sich bei der oberhalb Assuans gewählten Oertlichkeit nicht; in mäfsiger Tiefe steht ein gesunder Fels an, sodafs ein so gewaltiges Bauwerk, das, wenn es nicht mit peinlichster Sorgfalt sicher gegründet werden kann, eine ständige Gefahr für das unterhalb belegene Land bildet, dort zuversichtlich errichtet werden kann. Zudem verbreitert sich der Nil hier erheblich, spaltet sich in mehrere Arme und erleichtert dadurch, dafs einzelne derselben nach einander abgesperrt und dann im Trockenen gearbeitet werden kann, die Ausführung bedeutend. Geeignete Bausteine finden sich in unmittelbarer Nähe, während für die Heranschaffung von Cement usw. der Nil selbst und die bis hierher reichende Eisenbahn zur Verfügung stehen.

So kam es denn, dafs nach eingehender Prüfung und Bearbeitung der Angelegenheit die Entscheidung zu gunsten der Pläne Sir William Willcocks, des Philae verderblichen Assuan-Entwurfes gefällt wurde, wenngleich die englischen Rathgeber der ägyptischen Regierung sich nicht verhehlten, dafs ihnen dauernde Vorwürfe seitens der Archäologen nicht erspart bleiben würden. Aber sie befanden sich in der Zwangslage etwas besseres nicht vorschlagen zu können und gaben sich der Hoffnung hin, dafs der Nutzen der Gesamtanlage in späterer Zeit ihre Wahl rechtfertigen würde. Auch glaubten sie dem Lande grofse Mehrausgaben nicht aufbürden zu dürfen, um die Interessen von Kreisen zu schonen, die zu den Kosten beizusteuern wohl nicht geneigt sein würden.

Nachdem der Bau beschlossen und seine Ausführung in vollem Gange ist, kann nur noch der Hoffnung Ausdruck verliehen werden, dafs es durch geeignete Mafsnahmen gelingen möge, die verderbliche Wirkung desselben auf das geringste Mafs zu beschränken. An Vorschlägen dazu hat

es bisher nicht gefehlt; die einen wollten die Baudenkmäler auf eine andere höher gelegene Insel versetzen, andere, darunter die gewichtige Stimme eines Baker, wollten die Gebäude an Ort und Stelle höher legen, noch andere endlich sahen in einer Einfassung der Insel durch einen entsprechend hohen Ringwall eine ausreichende Abhülfe.

Der Staudamm, welcher, wie der Uebersichtsplan (Abb. 13 Bl. 50) zeigt in gerader Linie, 6 km oberhalb Assuans, das Nilbett durchquert, erhält eine Länge von 2000 m. Der beabsichtigte Stauspiegel soll auf 106 m über dem Spiegel des mittelländischen Meeres liegen. Bei dieser Höhe beträgt die aufgespeicherte Wassermenge 1065 Millionen cbm und übertrifft damit ähnliche Anlagen bedeutend. Die Thalränder werden in den höheren Lagen aus Sandstein gebildet, bestehen in den tieferen Schichten wie auch im ganzen Flufsbett aus Granit, der an wenigen Stellen durch Erdablagerungen bedeckt wird und in verhältnifsmäfsig geringer Tiefe sich von guter fester Beschaffenheit zeigt. Die Gründung der Staumauer kann daher nach Wegräumung geringer Gesteins- und Bodenmassen überall auf festem Fels erfolgen, wie es besser nicht gewünscht werden kann. Die Spaltung des Stromes in mehrere kleine Arme gestattet die Ausführung im Trockenen, nachdem durch entsprechende Fangedämme die erforderliche Absperrung bewirkt ist.

Die Staumauer selbst wird aus Granitbruchsteinen in Portlandcementmörtel errichtet und erhält den üblichen Thalsperrenquerschnitt (Abb. 3 bis 12 Bl. 50); mit einer Mindeststärke von 7 m oben beginnend, nimmt die Stärke derselben bei einer Höhe von 25 m nach unten bis auf 19 m und bei der gröfsten vorkommenden Höhe von rund 28 m bis rund 22 m zu. In Abständen von durchschnittlich 65 m sind 10 m breite Strebepfeiler vorgesehen, die durchweg 1 m stärker sind. Solche Abmessungen sind geeignet bei einem aus so edlem und schwerem Material hergestellten Bauwerk jede Befürchtung die Standsicherheit betreffend zu zerstreuen; sie sind aber auch nothwendig, um die durch zahlreiche Schützöffnungen bewirkte Schwächung der Mauer aufzuheben.

Der Staudamm mufs, um seine Aufgabe voll erfüllen zu können, Einrichtungen besitzen, welche ihn befähigen die täglichen Wassermassen des Nils bis zu den Hochwassermengen ohne erheblichen Aufstau durchzulassen. Zu dem Ende sind (Abb. 15 Bl. 50) im unteren Theil 180 Oeffnungen, in Gruppen von je zehn durch vorgenannte Strebepfeiler getrennt, angeordnet, von denen 140 je 7 m Höhe und 2 m Breite, die 40 übrigen bei der gleichen Weite nur 3,50 m Höhe besitzen. Innerhalb der einzelnen Gruppen befinden sich die Oeffnungen in einem Abstande von 7 m, sodafs zwischen ihnen ein Mauerwerkkörper von 5 m Stärke bestehen bleibt. Diese zahlreichen Oeffnungen, welche von oben durch einen reichlich weiten Schacht zugänglich sind, werden durch Rollschützen geschlossen, die durch fahrbare Winden gezogen werden können, und ermöglichen jede wünschenswerthe Regelung der Abflufsverhältnisse. Der bei gezogenen Schützen freigebbare Querschnitt beträgt 2240 qm, wodurch ein mittleres Hochwasser, dessen Wassermenge bei Assuan 10000 cbm in der Secunde beträgt, mit dem geringen Aufstau von 2 m abgeführt werden kann. Aber noch eine weitere Grundbedingung der Ausführbarkeit des ganzen Planes wird durch die im unteren Theile der Mauer angeordneten Oeffnungen erreicht. Bei dem starken Schlickgehalt der Nilfluthen liegt der Gedanke nahe, dafs aus den ihrer lebendigen Kraft beraubten, aufgespeicherten Wassermengen sich so viel Schlamm in dem Staubecken absetzen wird, dafs sehr bald der Fassungsraum desselben merkbar verringert wird und kostspielige Räumungsarbeiten entstehen werden. Wenn dem auch dadurch etwas entgegengetreten werden kann, dafs das Becken erst bei fallendem Wasser gefüllt wird, wenn die Hauptfluth und mit ihm das schlickreichste Wasser schon vorüber ist, so leuchtet ein, dafs durch die vielen über die ganze Länge des Staudammes vertheilten, dicht über der Sohle befindlichen Oeffnungen, die, um die Niedrigwassermenge von etwa 350 cbm in der Secunde durchzulassen, stets etwas geöffnet sein werden, in den unteren Schichten des aufgespeicherten Wassers eine genügend starke Bewegung erhalten wird, die übermäfsige Schlammablagerungen verhindert und bei Hochwasser einen starken Spülstrom, der bis zu 5 m Geschwindigkeit erreicht, möglich macht. Die Anlage von Ueberfällen und anderen Entlastungsvorrichtungen wird dadurch entbehrlich und dürfte auch für den vorliegenden Fall wenig zweckentsprechend sein.

Die Höhenverhältnisse an dem neuen Stauwerk sind etwa folgende: die tiefste Lage der Flufssohle liegt auf + 82 m, der bekannte niedrigste Wasserstand auf + 85 m, der bekannte höchste auf + 99,78 m, der zukünftige Stauspiegel auf + 106 m, die Oberkante des Dammes auf + 109 m und die Oberkante des massiven Geländers auf + 110 m.

Zur Aufrechterhaltung der Schiffahrt ist dicht am linken Thalrande ein 1600 m langer Canal (Abb. 1 und 2 Bl. 50) vorgesehen, der in die Felsen eingesprengt mit vier Schleusen von 80 m Länge und 9,50 m lichter Weite den Gefällunterschied überwindet und bei dem niedrigsten Wasserstande von + 85 m noch 2 m Wassertiefe hat.

Die Gesamtkosten des Bauwerks sind auf 40000000 ℳ geschätzt. Nachdem die ägyptische Regierung im Jahre 1898 der Firma John Aird u. Co. die Ausführung des Assuan- und Assiut-Stauwehres übertragen hatte, haben die Arbeiten im Winter 1898 bis 1899 begonnen und sind so kräftig in Angriff genommen, dafs ihre Beendigung in der geplanten Bauzeit von nur fünf Jahren zu erhoffen steht. Sir William Garsten fand sie bei seinem Besuche im Sommer 1899 in bedeutendem Fortschritt begriffen und 14000 Menschen dabei beschäftigt, von denen etwa neun Zehntel Eingeborene, der Rest zum gröfsten Theil Italiener sind.

Zum Schlufs sei der zukünftige Betrieb des grofsen Staudammes von Assuan noch einmal vor Augen geführt. Nachdem im Hochsommer die Hauptfluth des Nils eingetreten ist, werden in den Herbstmonaten die Schützen allmählich geschlossen und soviel Wasser zurückgehalten, bis das Becken gefüllt ist, was etwa im Januar und Februar der Fall sein wird. Treten dann in den folgenden Monaten niedrige Wasserstände ein und verlangen die Zucker-, Baumwolle- und Reisfelder am meisten Wasser, so werden die Schützen allmählich höher gezogen und das gesammelte Wasser zur Vervollständigung und Erhöhung der Wassermasse des Flusses abgelassen, bis mit dem Leerwerden des Sammelbeckens auch die nächste Fluth wieder beginnt. So wird jede Unterbrechung in der Bewässerung vermieden. — Möge die Vollendung der beiden jetzt noch im Bau be-

fändlichen grofsen Werke von Assuan und Assiut glücklich erfolgen und es dann gelingen, mit den vier geschilderten Erzeugnissen menschlicher Erfindungsgabe und Schaffenskraft den Wohlstand Aegyptens zu ungeahnter Höhe zu bringen, nachdem durch Vervollständigung und Verbesserung des Canalnetzes und Einheitlichkeit der Leitung der Wasservertheilung die denkbar höchste Stufe der Vollkommenheit erreicht und der Ackerbau des Landes von den Launen der Witterung und den Schwankungen in der Wasserführung des Nils unabhängig gemacht ist.

Ueber Wasserkraftverhältnisse in Skandinavien und im Alpengebiet.

Vom Prof. Holz in Aachen.

(Mit Abbildungen auf Blatt 31 bis 37 im Atlas.)

Vorwort.

Die in der vorliegenden Abhandlung zusammengestellten Mittheilungen stellen den wesentlichen Theil der Ergebnisse einer Studienreise dar, welche der Verfasser in den Monaten Juli bis October 1896 auf Grund der Verleihung des Schinkelpreises nach Skandinavien und nach dem Alpengebiet ausführte. Aus dem Bericht über diese Studienreise sind für die Abhandlung die auf die „Wasserkraftausnutzung" sich beziehenden Abschnitte zu einem einheitlichen Ganzen bearbeitet worden. Jedoch geht der vorliegende Aufsatz über den unmittelbaren Rahmen der Studienreise hinaus: Einerseits waren viele der besuchten Anlagen, und zwar gerade die bedeutendsten, bei der Studienreise noch in der Bauausführung; diese sind nach Möglichkeit in ihrer heutigen Form dargestellt. Anderseits ist der Verfasser in der Zwischenzeit mit gutachtlichen Entwurfsarbeiten für Wasserkraftanlagen in Norwegen befafst worden; die hierbei, insbesondere auch durch nothwendige Ortsbesichtigung gewonnenen neuen Anregungen haben ebenfalls in der Abhandlung Berücksichtigung gefunden. Betreffend Skandinavien sei besonders hervorgehoben, dafs sich entsprechend der Studienreise der vorliegende Aufsatz überwiegend auf Norwegen erstreckt und nur zum kleinen Theil auf Schweden.

Der Reiseweg für die Bereisung in Skandinavien ist in die Karte (Bl. 33) eingetragen; er ist in Kürze der folgende gewesen: Jütland, Frederikshavn, Skagerack, Kristiansand, Bergen und Umgebung, Hardangerfjord, Odde, Thelemarken, Dalen, Bandakcanal, Skien, Larvik, Kristiania, Drammenflufs, Moss, Sarpsborg (Glommengebiet). Frederikshald, Trollhättan.

Der Reiseweg im Alpengebiet war der folgende: Vogesen, Rheinfelden, Zürich und Umgebung, Neuhausen, Lend-Gastein, Meran, Davos, Luzern, Bern, Wynau, Genf, Neuchatel, Val de Travers, Vogesen.

Für Unterstützung bei den Ortsbesichtigungen und bei der Stoffgewinnung betreffend die Wasserkraftwirthschaft schuldet Verfasser Dank den Vorständen der Behörden und der besuchten Werke, insbesondere aber den nachbenannten Herren:

1. Betr. Skandinavien den Herren: Saetren, Canalbaudirector in Kristiania; Krag, Wegebaudirector in Kristiania; Kristensen, Abtheilungsingenieur im Canalbauamt in Kristiania; Stenberg, Ingenieur und Oberlehrer in Kristiania; Eger, Ingenieur in Kristiania; Bryn, Director der Actien-Gesellschaft Hafslund in Kristiania; Borchgrevinck, Betriebsdirector des Bandakcanals in Skien; Stören, Abtheilungsingenieur beim Bandakcanal in Ulefos; Ruths, Betriebsdirector des Kraftwerkes Hafslund in Sarpsborg; Förcholmen, Flöfsereiinspector in Förcholmen bei Sarpsborg; Jebsen, Fabrikbesitzer in Dale bei Bergen; Jensen, Fabrikbesitzer (Jensen u. Dahl) in Kristiania; Schmidt, Fabrikdirector in Scotsfos bei Skien; Gottschalk, Director des deutschen Kobaltwerkes Modum bei Drammen; Bensberg, Baumeister der Baudeputation in Hamburg; der Firma Elektricitäts-Actien-Gesellschaft vorm. Schuckert u. Co. in Nürnberg; ferner betr. Schweden dem Kaiserlichen Deutschen Generalconsulat in Stockholm.

2. Betr. das Alpengebiet den Herren: Fecht, Ministerialdirector in Strafsburg; Intze, Geh. Regierungsrath in Aachen; Wyssling, Professor in Zürich; Schmick, Reg.-Baumeister in Frankfurt a. M.; Ammann (†), Ingenieur in Mödling bei Wien; Faehndrich, Ingenieur in Mödling bei Wien; Butticaz, Director der industriellen Werke in Genf; der Firma Escher, Wyss u. Co. in Zürich.

Betreffend Norwegen seien die wichtigsten Fremdwörter in ihrer deutschen Bedeutung aufgeführt: møle = möle Mühle; vand Wasser (See); sjø = sjoe See; fos Fall, Wasserfall; ø = ö Insel; naes Nase, Landspitze; dal Thal.

Es sei darauf hingewiesen, dafs die norwegischen Ortsnamen oft verschiedenartige Schreibformen besitzen.

A. Die wichtigsten allgemeinen Beziehungen der Wasserkraftausnutzung zu den natürlichen Verhältnissen.

Die unmittelbarsten Zubehöre einer Wasserkraft sind:

1. die Gefällstufe, lothrecht gemessen etwa in m,
2. die Wassermenge, gemessen etwa in cbm/sec.

Die Gefällhöhe wird im Einzelfalle für die Kraftgewinnung nutzbar gemacht, dagegen der natürlichen Benutzung durch den Wasserlauf entzogen. Das Wasser mufs aber thalabwärts fliefsen. Daher mufs ihm ein nothwendiger Theil seines Gesamtgefälles belassen werden zur Ueberwindung der Reibungswiderstände. Insbesondere der über diesen nothwendigen Theil hinausgehende Ueberschufs des Arbeitsvermögens darf in natürlicher Form als schadenbringend bezeichnet werden. Schafft man aber zweckgemäfse Einrichtungen, so ist es möglich, diesen Ueberschufs, unmittelbar der Gefällhöhe, für die Gewinnung nutzbringender Arbeit einzurichten.

In unseren gewöhnlichen Wasserläufen mit stetigem natürlichem Längenschnitt der Flufssohle ist das relative Gefälle im Quellgebiet gröfser, als weiter unten. Auf der Strecke AB (Text-Abb. 1) senkt sich von A bis B der Spiegel

des Fliefswassers um das Mafs h'. Die Verhältnisse mögen so liegen, dafs das Wasser zum Fliefsen weniger als dasjenige Arbeitsvermögen benöthigt, welches es beim Durchfallen der ganzen Höhe h' entwickeln kann. Für dieses Fliefsen möge nur die Höhe h'' erforderlich sein. Alsdann genügt es, auf der Strecke AB den Wasserspiegel nur um h'', d. h. von U' bis O zu senken, sodafs das Wasser bei B auf der Spiegelhöhe O anlangt, während es mit der Spiegelhöhe U (bezw. noch tiefer) weiterfliefsen kann. Auf solche Art entsteht im Längenschnitt bei B eine Gefällstufe von der absoluten Höhe h; bei dieser wird die Wassermenge Q cbm in der Secunde die nützliche Arbeit $Q \cdot h$ verrichten können.

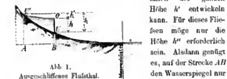


Abb. 1.
Ausgeschliffenes Flufsthal.

Die Herstellung solcher Gefällstufen ist ein besonders wichtiger Arbeitsabschnitt der Wasserkraftgewinnung. Sie kann in mannigfacher Form bewerkstelligt werden; die Text-Abb. 1 stellt diesbezüglich nur einen Sonderfall dar. Unter Zugrundelegung dieser Verhältnisse erkennt man, dafs es möglich ist, den im Längenschnitt stetig gekrümmten Wasserspiegel durch einen treppenförmigen Längenschnitt zu ersetzen, bei welchem flachere Spiegelstrecken $U'O$ und Gefällstufen OU mit einander abwechseln. Je kleiner bei gleichem h die Strecke AB, bezw. je gröfser bei gleichem Werthe der Strecke AB die Höhe h ist, um so wirthschaftlicher ist im Einzelfalle unter sonst gleichen Umständen der Ausbau.

In den skandinavischen Flüssen kommen ausgesprochen ausgeschliffene Thäler kaum vor.

Viel günstiger liegen die Verhältnisse für die Schaffung der nutzbaren Gefällstufe dann, wenn die gemäfs Text-Abb. 1 in einem stetig ausgewaschenen Thal künstlich herzustellende Treppengestalt schon in natürlicher Form vorhanden ist. In solchem Fall haben wir ein unfertiges, vorläufig noch nicht ausgeschliffenes Thal, das etwa als „Stufenthal" bezeichnet werden möge (Text-Abb. 2). Diese Thäler zeigen schon in der


Abb. 2.
Unfertiges Stufenthal.

natürlichen Gestalt steilere Gefällstufen, zwischen welche weite, flache Fliefsstrecken und Seen eingeschaltet sind. Die natürlichen Gefällstufen des Stufenthales sind in Abwechslung einerseits eigentliche Wasserfälle mit mehr oder weniger senkrechtem Absturz, anderseits örtliche Stromschnellen, wie sie im Alpengebiet z. B. unter dem Namen „Gewild" bekannt sind. Vergleicht man den Längenschnitt eines solchen Stufenthales mit demjenigen eines fertigen Thales (Text-Abb. 1 u. 2), so erkennt man sofort, dafs bei dem ersteren, abgesehen von anderen wichtigen Vortheilen, insbesondere die Schaffung der Gefällstufe sehr billig ist, da die Strecke AB kurz ist.

Den für Wasserkraftgewinnung hiernach sehr werthvollen Charakter eines Stufenthales besitzen die Flüsse des Alpengebietes heute nur mehr auf der Strecke vom Einlauf der grofsen Seen auf der Vorstufe des eigentlichen Hochgebirges bis auf einige Entfernung unterhalb ihres Auslaufes. Beim Rhein z. B. kann diese Strecke etwa bis in die Gegend von Basel gerechnet werden, auf ihr liegen u. a. der Schaffhausener Wasserfall und die Gewildbildungen bei Laufenburg und bei Rheinfelden. Oberhalb und unterhalb dieser Strecke, bis hinunter nach Bonn, hat zweifellos die Stufenthalbildung auch früher bestanden.

Anders liegen die Verhältnisse in den Flufsthälern der skandinavischen Halbinsel. Diese Flufsthäler sind heute noch von der Quelle bis zur Mündungsstelle ausgesprochene Stufenthäler; in ihnen finden sich im Gegensatz zu den Alpen die natürlichen Gefällstufen und Seen heute einerseits noch im Oberlauf zum Nutzen der Wasserzurückhaltung, anderseits aber auch, was wegen der gröfseren Wassermengen besonders werthvoll ist, nicht weniger ausgeprägt dicht bei der Meeresküste. Der gröfste Stufensee, der Wenernsee, hat rund 6000 qkm Fläche; der höchste Wasserfall besitzt 200 m Fallhöhe.

Es soll nunmehr zu einer Untersuchung über die Bedeutung und Erscheinungsform des Wassers bei der Wasserkraftgewinnung in den in Rede stehenden Gebirgsländern übergegangen werden. In erster Linie ist es erwünscht, dafs unter sonst gleichen Verhältnissen die secundliche Wassermenge Q möglichst grofs ist. Ganz allgemein wächst die fliefsende Wassermenge einerseits mit der Gröfse des Niederschlagsgebietes, anderseits mit der Gröfse der atmosphärischen Niederschläge. Die Niederschlagshöhe ist im Hochgebirge erheblich gröfser als im tieferen Lande; diese Regel gilt auch für Skandinavien und das Alpengebiet, für Skandinavien in einer besonderen, noch zu besprechenden Form. Von dem gesamten Niederschlag findet bei der Wasserkraftgewinnung derjenige Theil Verwendung, der an der Kraftstelle sichtbar abfliefst. Diejenige Niederschlagsmenge, die nicht sichtbar abfliefst, ist für die Wasserkraftgewinnung als Verlust zu betrachten. Dieser Verlust entsteht dadurch, dafs ein Theil des Niederschlagswassers verdunstet, ein anderer Theil durch Versickerung dauernd dem sichtbaren Abflufs entzogen wird. In Schweden und Norwegen geht durch Verdunstung deswegen nur wenig verloren, weil die heifsere Zeit, in der eine erhebliche Verdunstung möglich wäre, nur sehr kurz ist, bezw. für die dauernd kalten hohen Gebiete eine solche Zeit überhaupt kaum eintritt, und weil gerade die Seeflächen meistens hoch und kalt gelegen sind. Im Alpengebiet dürfte die Verdunstungsmenge dagegen beträchtlicher sein. Der Verlust durch Versickerung ist sowohl in Skandinavien, wie im Alpengebiet nur gering; denn beide Gebiete bauen sich wesentlich aus dichtgeschlossenem Gestein auf. Auch diese Eigenthümlichkeit gilt für Skandinavien noch strenger, als für das Alpengebiet; daher fehlt z. B. in Norwegen das Grundwasser in der bei uns bekannten Form fast vollständig, sodafs die städtische Trinkwasserversorgung lediglich auf das sichtbar fliefsende Wasser angewiesen ist. Hiernach sind in den zu besprechenden Gebieten die erwähnten Verlustwassermengen klein. Insbesondere in Skandinavien dürften sie auf Grund von Beobachtungen

stellenweise nur etwa 10 v. H. der gesamten Niederschlagsmenge betragen.

Vertheilung des Abflusses. Sind für einen bestimmten Punkt an einem Wasserlauf die Niederschlagszahlen und das Niederschlagsgebiet ermittelt, so geben die vorstehenden Erwägungen die Leitpunkte zur Berechnung der nutzbaren Gesamtwassermenge.

Nunmehr aber ist zu bedenken, dafs der Abflufs sich nicht gleichmäfsig vollzieht: es giebt Trockenzeiten mit kleinster Wassermenge (Niedrigwasser) und Fluthzeiten mit gröfster Wassermenge (Hochwasser). Will man die Gesamtwassermenge ausnutzen, so lassen die Interessen der Wasserkraftgewinnung es erwünscht erscheinen, dafs schon in der natürlichen Form in jeder Zeit möglichst gleich viel Wasser abfliefst. Denn es mufs ein ganz besonderer Werth einer Wasserkraft darin erkannt werden, dafs sie ununterbrochen die nämliche möglichst grofse Kraft zur Verfügung stellt. Kraftausfall in der trockenen Zeit kann das Bestehen eines Werkes in Frage stellen; anderseits ist die Verwerthung von Kraftüberschüssen in der wasserreichen Zeit, wenn überhaupt örtlich möglich, so doch mit Kostenvermehrung verbunden, aufserdem kommt die Hochwassergefahr in Betracht.

Damit der Unterschied zwischen Niedrigwasser und Hochwasser in natürlicher Form möglichst klein werde, ist es erforderlich, dafs in dem Flufsgebiete natürliche wasserzurückhaltende Ausgleicher vorhanden sind; als solche sind anzusehen: 1. wasseraufnahmefähiges, insbesondere loses Gebirge und Ueberlagerung, 2. Wald, 3. Moorflächen (Hochmoore), 4. Schnee- und Eisgebiete (Gletscher), 5. Seen. Je mehr diese Ausgleicher im Flufsgebiet vorhanden sind, um so gröfser wird das Niedrigwasser und um so kleiner das Hochwasser sein, um so günstiger sind die natürlichen Verhältnisse. Ausgleicher von der Gattung 1. sind in beiden Hochgebirgsländern wesentlich nicht vorhanden, in Skandinavien noch weniger, als in den Alpen. Hochmoore besitzt das Alpengebiet m. W. nicht, Skandinavien dagegen in grofsem Umfange. Auch bezüglich des Waldes und namentlich der Seen ist Skandinavien günstiger gestellt, zumal da diese letzteren Ausgleicher sich am leichtesten durch die Technik beeinflussen lassen.

Da insbesondere im Gebirgslande gute Wasserkraftmöglichkeiten oft in unwirthschaftlichen, abgelegenen Gegenden angetroffen werden, so tritt hier die Kraftübertragung auf gröfsere Entfernungen in den Vordergrund. Demgemäfs lassen sich die vorkommenden Fälle von Wasserkraftausnutzungen der Regel nach in eine der beiden folgenden Gruppen einreihen:

1. Ortswerke, bei denen die Wasserkraft gleich am Ort ihrer Herstellung in Arbeitsmaschinen verbraucht wird;

2. Uebertragungswerke, bei denen die Wasserkraft auf elektrischem, hydraulischem oder anderem Wege auf gröfsere Entfernungen übertragen oder vertheilt wird.

B. Die Wasserkraftverhältnisse in Skandinavien, insbesondere in Norwegen.

I. Die natürlichen Verhältnisse Skandinaviens.

1. Die geologischen Verhältnisse.

Die Wasserverhältnisse in Skandinavien sind namentlich dadurch gekennzeichnet, dafs die vorhandenen Flufsthäler die Eigenschaften der oben erwähnten geologisch unfertigen Stufenthäler besitzen. Der besondere Nutzen besteht darin, dafs 1. die natürlichen Gefällstufen die Einrichtung des Nutzgefälles erleichtern, und dafs 2. die Stufenseen den wirthschaftlichen Ausgleich der Wassermengen begünstigen.

Ueber die Eigenschaften der Stufenthäler sei noch folgendes nachgetragen. Die Thalhänge sind durchweg steil; sie zeigen entweder den kahlen Felsen oder tragen häufig sogenannte Terrassen, d. h. Thonablagerungen aus der Zeit höherer Meeresstände. Diese auf den steilen Hängen liegenden Terrassen sind als Gefahrbringer anzusehen, da sie stellenweise in grofser Ausdehnung ins Rutschen gerathen. Das Flufsbett zeigt im Bereich der steilen Fliefsstrecken, auf den Ueberlaufrippen der Stufenseen und in den Wasserfällen den nackten Felsen; erhebliche Geröllbewegung ist auf diesen Strecken nicht zu bemerken. Oberhalb der Ueberlaufrippe senkt sich die Felssohle thalaufwärts; sie ist im Bereich des Sees in der Regel mit Anschwemmungsmassen bedeckt.

Die aus felsigem Gebirgsmassiv, vor allem Gneis und Granit, sich aufbauende langgestreckte skandinavische Halbinsel hat eine ungefähr von Norden nach Süden sich erstreckende Richtung. Wir bemerken eine ebenso gerichtete Hauptwasserscheide, die andauernd in nur geringer Entfernung (etwa 100 bis 160 km) neben der Westküste der Halbinsel herläuft; diese trennt ein schmales westliches Entwässerungsgebiet gegen ein breites östliches (Text-Abb. 3).

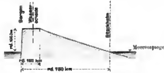


Abb. 3. Querschnitt durch Süd-Skandinavien.

Vom äufsersten Norden bis hinunter etwa zur Höhe von Trondhjem bildet diese Wasserscheide nahezu die Landesgrenze zwischen Norwegen und Schweden. Von Trondhjem ab südlich verlegt sich die Landesgrenze erheblich weiter nach Osten, sodafs Süd-Norwegen überwiegend ein Theil des breiten Ostgebietes ist (Landkarte auf Bl. 53.)

Die Bedeutung der beiden Gebiete für die Wasserkraftgewinnung ist eine verschiedene. Sieht man zunächst von den Flufsthälern ab, so erscheint das schmale westliche Gebiet als eine von Kuppen überragte, bis dicht an die Westküste heranreichende und hier steil in das Meer abfallende Hochebene, deren Höhe über Meer in Süd-Norwegen auf etwa 1000 m bemessen sein mag. Oestlich der grofsen Wasserscheide beginnt aber diese Hochebene bald sich abzusenken, sodafs das breite Ostgebiet im ganzen als flaches abgedachtes Gelände erscheint. Die schmale westliche Hochebene ist durch die Fjorde sehr stark zerrissen; diese Meeresbuchten, in welche die Wände des aufgerissenen Gebirgsmassives oft fast senkrecht mit plötzlichen Erhebungen bis mehr als 1000 m einfallen, lassen den Meeresspiegel bis weit in das Innere des Hochlandes hineintreten, stellenweise bis fast an die nordsüdliche Wasserscheide heran. Auf diese Weise ist das Westgebiet in kleine Geländelappen aufgetheilt; die Entwässerung derselben vollzieht sich durch die vorhandenen

Stufenthäler, die ebenfalls als Fjordrisse aufgefafst werden. Es ist hierbei in Betracht zu ziehen, dafs die skandinavische Halbinsel dauernd ihre Höhenlage gegen den Meeresspiegel ändert, dafs sie sich insbesondere aus dem Meere stetig heraushebt, und zwar um ein Mafs, das bis zu 1,60 m in 100 Jahren angegeben wird. Daher werden die Stufenthäler als alte Fjordarme aufgefafst, die aus dem Meeresspiegel emporgestiegen sind.

Die Zerrissenheit des Weststreifens hat zur Folge, dafs die Regenmengen, die auf die etwa 1000 m hoch liegende Hochfläche niederfallen, einen kurzen Weg bis zum Meeresspiegel haben. Hiermit hängen zwei wichtige Kennzeichen des Westgebietes zusammen:

1. die Stufenthäler des Westgebietes sind aufserordentlich steil;

2. es entstehen viele einzelne kleine Flufsgebiete.

Die grofse Steilheit der Westthäler hat einige wichtige Folgen: Die Stufenseen sind nicht so lang und ausgedehnt, wie im Osten. Der heftige Angriff des Wassers führt schneller ein Ausschleifen des Gesammtthales herbei. Anderseits ist die natürliche Gefällvereinigung in den Westthälern im Mittel eine gröfsere und günstigere.

Aber nicht nur im Thalweg sind die Höhenunterschiede und Gefällstufen sehr bedeutend. Auch von einem Wassergebiet zum benachbarten findet man z. B. die Erscheinung, dafs zwei einander fremde Seen auf 1500 m an einander heranreichen und annähernd 300 m Höhenunterschied besitzen.

Die felsigen Hochebenen des Westgebietes sind die Träger einerseits von Schneefeldern und Gletschern, anderseits von Hochmooren; beide Erscheinungen sind werthvoll für den Ausgleich der Wassermengen.

Das östliche Entwässerungsgebiet nimmt gemäfs dem obigen in der westöstlichen Breitenrichtung den überwiegenden Theil der Halbinsel ein. Die Entwässerung dieser breiten Abdachung erfolgt im wesentlichen in der Richtung der Abdachung, d. h. nach Osten bezw. Südosten; jedoch haben die in Süd-Norwegen liegenden Flüsse des östlichen Entwässerungsgebietes eine südöstliche bis südliche Richtung, tragen aber alle wasserwirthschaftlichen Kennzeichen der Wasserläufe des Ostgebietes. Die in die flachere östliche Abdachung eingeschnittenen Flufsthäler sind durchaus Stufenthäler in der bisher erläuterten Bedeutung und werden ebenfalls als Fjordbildungen aufgefafst. Sie unterscheiden sich von den westlichen Thälern namentlich auf Grund des Umstandes, dafs das östliche Entwässerungsgebiet bei gleichem Gesamtgefälle etwa vier bis fünfmal so breit ist, wie das westliche. Infolge dessen sind:

1. die Ostthäler im ganzen flacher,

2. entstehen im Ostgebiet gröfsere Flufsgebiete. Dementsprechend enthält das Ostgebiet den gröfsten Flufs von Norwegen, insbesondere von Süd-Norwegen, nämlich den Glommen mit 40 430 qkm Niederschlagsgebiet.

Der weniger steile Charakter der Stufenthäler des Ostgebietes kommt dadurch zum Ausdruck, dafs die Stufenseen viel länger und ausgedehnter sind, als an der westlichen Fjordküste. Die Gefällstrecken der Ostthäler sind im allgemeinen weniger steil, als diejenigen der Westthäler; dies schliefst aber nicht aus, dafs z. B. der 245 m hohe Rjukanfos, einer der höchsten Wasserfälle der Welt, in dem nach Südosten entwässernden Gebiet des Skienflusses liegt. Stellenweise kommen die Wasserfälle mit unmittelbar dahinter liegenden Stufenseen gleich an der Meeresküste vor; dies gilt z. B. von den in den Kristianiafjord mündenden Flüssen Mosselv und Frederikshald-Elv.

2. Die hydrologischen Verhältnisse. Niederschlag und Abflufs.

Die Niederschläge in Norwegen und Schweden entstehen überwiegend aus den von Westen her zuströmenden Winden. Diese Winde sind infolge der Erwärmung durch den Golfstrom in besonderem Mafse wasserführend. In diesem Zustande stofsen sie gegen die sehr steile und sehr hohe westliche Fjordküste und werden hier plötzlich in grofse Höhe emporgehoben; durch diese Hebung entstehen die grofsen Niederschläge an der Westküste, die in einem Jahr Regenhöhen bis zu 2500 mm hervorgebracht haben. Infolge dessen erhalten die kleinen Flüsse des westlichen Entwässerungsgebietes Norwegens besonders grofse Regenmengen. Nachdem derart die Westwinde an der Westküste der gröfsten Menge ihres Wassergehaltes beraubt sind, überschreiten sie östlich ziehend die Wasserscheide, um so in das östliche Entwässerungsgebiet zu gelangen. Dieses erhält dann nur eine bedeutend verminderte Regenmenge, insbesondere im Innern des Landes.

Auf der beigegebenen hydographischen Karte von Süd-Norwegen (Bl. 53) sind die älteren Regenstationen eingetragen. Diese zeigen im Mittel die nachstehenden Regenhöhen in einem Jahr:

Station	durchschnittliche jährliche Regenmenge in mm	Station	durchschnittliche jährliche Regenmenge in mm
Domsten	1880,0	Sandøsund . . .	588,0
Florø	1912,0	Kristiania	684,1
Bergen	1835,0	Eidsvold	735,7
Ullensvang . . .	1008,2	Fagernäs	500,9
Skudesnäs	1088,0	Dovre	363,0
Mandal	1140,0	Røraas	309,6
Oksø	698,9		

Besonders niedrige Werthe zeigen die Stationen Dovre und Røraas.

Die Niederschläge gelangen in den Gebirgsthälern in sehr vollständiger Gesamtmenge sichtbar zum Abflufs. Diesbezüglich sei auf das Seite 381 Gesagte zurückverwiesen mit dem ergänzenden Zusatz, dafs bei den in wärmerem Klima liegenden westlichen Flüssen der Abflufs in den steilen Thälern sich sehr schnell vollzieht. In der Nähe von Kristiania hat man anderseits Verlusthöhen von 200 bis 300 mm in einem Jahre beobachtet.

Von besonderer Bedeutung sind die natürlichen Ausgleicher des Abflusses. Als solche kommen die Gletschergebiete nur für die Westflüsse in Betracht. Wichtig sind ferner die Hochmoore und die ausgedehnten Waldungen, die namentlich die niedrigeren Plattes und die Thalhänge bestehen. Die wirkungsvollsten natürlichen Ausgleicher sind aber die grofsen Stufenseen. Sie sind in besonderem Mafse befähigt, als Wasserspeicher den wirthschaftlichen Werth der Flüsse zu erhöhen, zumal da sie meistens enge Ablaufstellen und grofse rückliegende Ausweitungen besitzen und häufig un-

mittelbar oberhalb gröfserer Wasserfälle liegen. Den Seen dürfte es vor allem zu verdanken sein, dafs bei den Flüssen in Süd-Norwegen das Mengenverhältnifs von Niedrigwasser zu Hochwasser nur ganz ausnahmsweise den Zahlenwerth 1 : 70 bis 1 : 100 aufweist und in besonderen Fällen 1 : 15 beträgt.

Nach der Zeitfolge vollzieht sich der Abflufs in den südnorwegischen Flüssen ganz allgemein und mit grofser Regelmäfsigkeit in der Form, wie die Abb. 4 Bl. 51 ihn für den Drammenflufs in zwei Jahresgruppen darstellt. Die höchsten Wasserstände, die Fluthen, erscheinen in den Sommermonaten Mai bis etwa Juli; erst zu dieser späten Zeit fliefsen die grofsen Schneeschmelzwässer zu Thal. Im September/October pflegt dann eine zweite, aber schwache Fluth einzutreten. Im Winter anderseits, etwa Februar März, ist regelmäfsig die trockenste Zeit, da alsdann das Wasser durch den Frost zurückgehalten wird; infolge dessen werden eben im Winter die Wasserbauten in den grofsen Flüssen ausgeführt.

Die Pegeldarstellungen in Sarpsborg bei der Mündung des Glommen bestätigen das oben Gesagte (Abb. 1 Bl. 52).

Die Beobachtung und Messung des Abflufsvorganges der norwegischen Wasserläufe bildet ein grofses Arbeitsgebiet des Canaldirectoriats, der in Kristiania eingerichteten Regierungsbehörde; Gegenstände der Beobachtungen sind namentlich Pegelstände und Wassermengen an zahlreichen Punkten, besonders der grofsen Flüsse; diese Messungen liegen stellenweise schon seit vielen Jahrzehnten vor.

Zur Veranschaulichung seien für die beiden gröfsten Wasserläufe Norwegens, den Glommen und den Drammenflufs, einige Zahlen aus den vorliegenden Beobachtungen entnommen. Der Glommen hat ein Niederschlagsgebiet von 40430 qkm, annähernd soviel, wie die Weser. Der Flufs mündet 75 km südlich von Kristiania von Osten her, und sein Gebiet reicht bis Trondhjem hinauf. Der höchste Punkt im Norden liegt auf + 2560 über Meer. Im Glommengebiet befindet sich eine Seefläche von im ganzen 1202 qkm d. i. $\frac{1}{33,6}$ oder 3 v. H. des Flufsgebietes. Der auf + 123 m liegende gröfste See, der Mjösen, hat allein 359 qkm Fläche. Für den Glommen liegen seit dem Jahre 1861 ununterbrochene Pegelmessungen vor, deren Umrechnung in Wassermengen für diesen 40jährigen Zeitraum festgelegt ist. Hiernach beträgt für das Gesamtgebiet des Glommen

das kleinste Wasser 100-120 cbm/sec oder 2,5-3 Lit./Sec. f. 1 qkm
„ gröfste „ 3500 „ „ „ 86 „ „ „ „
„ mittlere „ 670 „ „ „ 16,6 „ „ „ „

Das Verhältnifs der kleinsten Menge zur gröfsten ist etwa 1 : 30.

Der mittlere Jahresabflufs beträgt hiernach 21 100 Mill. cbm entsprechend einer Wasserhöhe von etwa 520 mm.

Die in dem Gebiet liegenden drei Regenmefsstellen Eidsvold, Dovre und Röros zeigen bezw. 736, 303 und 400 mm Regenhöhe. Als Mittel könnte hieraus etwa

$$\frac{1}{2}\left(\frac{363+400}{2}+730\right) = 560 \text{ mm}$$

geschätzt werden. Daher würde nur $^1/_{14}$ oder etwa 7 v. H. verloren gehen. Es ist aber nicht zu vergessen, dafs nur drei Regenstationen vorhanden sind.

Abb. 2 Bl. 52 zeigt die Häufigkeit der Wassermengen des Glommen. Die Menge von 100 cbm, die nur in dreien der 37 Jahre für wenige Tage einmal unterschritten wurde, wird durchschnittlich an 1 Tag eines Jahres unterschritten. Anderseits ist die Wassermenge von rund 3500 cbm seit dem Jahre 1860 nicht mehr beobachtet worden.

Das Gebiet des Drammenflusses beträgt 16 890 qkm; der höchste Punkt liegt auf + 1950 über Meer. Das Gebiet enthält 659 qkm Seefläche, d. h. die Seefläche beträgt $\frac{1}{25,7}$ oder etwa 4 v. H. des Flufsgebietes. Die kleinste Wassermenge beträgt etwa 40 cbm/sec oder 2,5 Liter/Sec. für 1 qkm. Die gröfste Wassermenge beträgt als Mittel aus mehreren Angaben etwa 1800 cbm/sec oder 107 Liter/Sec. für 1 qkm. Das Verhältnifs der kleinsten zur gröfsten Wassermenge ist etwa 1 : 45. Die Wassermengencurve in Abb. 4 Bl. 51 giebt die Handhabe zu eingehenderen Schlufsfolgerungen.

Eine ganz besondere Stelle unter den skandinavischen Flufsgebieten nimmt der Götaelf ein, der über die Trollhättafälle weg bei Göteborg mündet und das 46900 qkm grofse, ungefähr soviel wie das Glommengebiet betragende Niederschlagsgebiet der Wenernsee-Platte entwässert. In diesem Gebiet ist zunächst die Seefläche aufserordentlich grofs, sie beträgt 18,8 v. H. des Gebietes oder $\frac{1}{5,3}$ d. i. rund 9000 qkm. Besonders wichtig aber ist ferner, dafs der etwa 6000 qkm enthaltende grofse Wenernsee sehr nahe bei der Mündung, fast an der Meeresküste liegt, also das ganze Gebiet ausgleicht. Das Zusammenwirken dieser Umstände hat einige kennzeichnende Folgen. Da die Seefläche sehr grofs und das Flufsgebiet des Götaelf südlicher gelegen ist, als die norwegischen Flufsgebiete, so ist zweifellos der Verlust durch Verdunstung gröfser. Die Beobachtungen ergeben, dafs von dem Niederschlag etwa 40 v. H., d. h. sehr viel, dem sichtbaren Abflufs entzogen werden.

Die Abflufszahlen aus zehn Beobachtungsjahren geben folgende Zusammenstellung:

Mittleres Wasser 512 cbm/sec = 11,9 Liter Sec. für 1 qkm,
kleinstes „ 188 „ = 4 „ „ „
gröfstes „ 926 „ = 20 „ „ „

In erster Linie ist hierbei bedeutungsvoll das wirthschaftlich werthvolle Verhältnifs 1 : 5 des kleinsten Wassers zum gröfsten. Die gegebenen Zahlen führen zu einem Jahresabflufs von 10100 Mill. cbm, entsprechend einer Abflufshöhe von 340 mm, sowie zu einer Regenhöhe von 600 mm. Der Vergleich dieser Zahlen mit den entsprechenden Zahlen des Glommengebietes führt zu interessanten Schlüssen.

Der grofse Wenernsee spricht schliefslich noch eine bemerkenswerthe Erscheinung aus, die bei den übrigen skandinavischen Seen vielleicht auch nachgewiesen werden kann, die aber wohl wegen der geringeren Gröfse der Seen verwischt ist. Der Wenernsee soll nämlich, wie der Volksmund sagt, sieben Jahre hinter einander steigen und dann sieben Jahre hindurch fallen. Aehnliche Beobachtungen hat man auch bei dem verwandten Ladoga-See gemacht. Solche Erscheinungen weisen auf periodische Abflufsvorgänge hin; Thatsache ist, dafs z. B. in den finnischen Flüssen und grofsen Seen in den Jahren 1898 und 1899 ein besonders grofser Wasserreichthum vorhanden war, gemäfs Mittheilung dadurch hervorgerufen, dafs die Seen vor erfolgter Entleerung schon wieder grofsen Fluthzulauf erhielten.

3. Vergleich zwischen Westgebiet und Ostgebiet.

Die wichtigsten und ausschlaggebenden natürlichen Wasserkraftverhältnisse der skandinavischen Halbinsel, nämlich Gefälle und Abflufsvorgang, sind im vorstehenden allgemein besprochen worden. Hiermit sind die Handhaben geboten, um im einzelnen die Wasserkraftmöglichkeiten näher zu bewerthen. Indem hierbei die Betrachtungen auf Süd-Norwegen eingeschränkt werden, erscheint es von Interesse, einen Vergleich zwischen den westlichen und den östlichen Flüssen bezüglich der Wasserkraftmöglichkeit zu ziehen. Hierbei wird man zu dem Ergebnifs gelangen müssen, dafs die grofsen östlichen Flüsse für werthvoller zu halten sind, als die kleinen westlichen; dieses Urtheil stützt sich auf folgende Gründe:

a) Da die Ostflüsse grofse Gebiete haben, so vereinigen sie sehr grofse Wassermengen; im Einzelfall können also grofse Kräfte gewonnen werden.

b) Die östlichen Flüsse sind in ihren Abflufsmengen besser ausgeglichen. Dies liegt zunächst an der bedeutenderen Gröfse des einzelnen Flufsgebietes, ferner an der Einwirkung des Waldes, der den westlichen Gebieten gänzlich fehlt, sowie an dem gröfseren Gehalt an Seen. Die östlichen Flüsse von Süd-Norwegen haben zusammen 3370 qkm Seefläche bei 94200 qkm Flufsgebiet (Verhältnifs 1:28), die westlichen Flüsse 660 qkm Seefläche bei 22200 qkm Flufsgebiet (Verhältnifs 1:34).

c) Die Kraftstellen der östlichen Flüsse liegen dem europäischen Festland und den Hauptverkehrsmittelpunkten Norwegens näher und bequemer, als diejenigen der westlichen Flüsse.

d) Trotz dieser Vortheile sind die natürlichen Gefällvereinigungen, die Wasserfälle, im Osten örtlich nicht weniger günstig für die Kraftgewinnung gestaltet als im Westen.

An dieser Stelle mufs aber auf neuere Bestrebungen bezüglich der Westflüsse hingewiesen werden. Diese gehen dahin, in den mit geringerer Wassermenge ausgestatteten Westflüssen ungewöhnlich grofse Nutzgefäll-Höhen herzustellen und auf diese Art grofse Kraftmengen zu schaffen. Es seien hier drei dieser an der Westküste belegenen Möglichkeiten angeführt, deren Verwerthung von norwegischer Seite in Erwägung gezogen worden ist:

	Kleinste Wassermenge	Gefälle	Bruttoleistung
1.	1,6 cbm = 1000 Liter/Sec.	600 m	8000 PS
2.	1,5 „ = 1500 „	840 m	16800 „
3.	1,0 „ = 1000 „	1000 m	13333 „

In diesen drei Fällen ist die Herstellung der angegebenen kleinsten Wasserführung durch künstliche Ausgleichverbesserung leicht zu erreichen. Alle drei Kraftstellen liegen an tiefen eisfreien Fjorden. Nach ähnlichen Grundsätzen lassen sich an der Westküste noch manche Kraftmöglichkeiten mit mehreren 1000 PS nachweisen. Vielleicht werden bei Befolgung dieses neuen Gesichtspunktes der „sehr grofsen Gefälle" die Wasserkräfte der Westküste erheblich an Werth gewinnen.

Es dürfte geeignet sein, die vorstehenden Untersuchungen betreffend Süd-Norwegen noch durch einige Zahlen zu erläutern. Die Gebiete der Westflüsse sind, wie gesagt, klein aber zahlreich. Die hydrographische Karte von Süd-Norwegen (Bl. 53) weist an der Westküste 66 Einzelflüsse auf, deren längster 95 km Länge besitzt; nur acht dieser Flüsse sind mehr als 50 km lang, obschon das Flufsgebiet stellenweise bis zu 2400 m über Meer emporragt. Das gröfste westliche Flufsgebiet hat 1500 qkm Inhalt; nur 15 von den 60 Gebieten haben mehr als 500 qkm Niederschlagsfläche. Der Gesamtinhalt dieser 60 Flufsgebiete beträgt 22200 qkm, d. h. 1 Gebiet enthält im Mittel 376 qkm.

Demgegenüber zeigt Süd-Norwegen östlich der grofsen Wasserscheide nur 30 selbständige Flufsgebiete mit zusammen 94200 qkm Inhalt, d. h. 1 Gebiet enthält im Mittel 3140 qkm. Von den 30 Gebieten umfassen 6 Gebiete allein 81300 qkm, d. h. 86 v. H. der Gesamtfläche von 94260 qkm. Diese sechs Gebiete, welche für die Wasserkraftgewinnung die werthvollsten genannt werden dürfen, sind die folgenden:

1. Glommen mit . . . . . . 40430 qkm
2. Drammenflufs mit . . . . 16890 „
3. Skienflufs . . . . 10690 „
4. Laugen bei Larvik . . . . 5660 „
5. Arendalflufs . . . . . . 3970 „
6. Otterflufs bei Kristiansand S. . 3666 „

Auch bei diesen grofsen Flüssen ist die Stufenthalbildung bis an das Meer heran in hohen Gefällstufen ausgeprägt. Der Längenschnitt der drei gröfsten Flüsse ist in Abb. 1 bis 3 Bl. 51 dargestellt.

Süd-Norwegen hat etwa 260 Wasserfälle mit im ganzen 3277 m Gesamthöhe.

Unter den Wasserfällen, welche die Gefällstufen der östlichen Flufsgebiete von Süd-Norwegen bilden, finden wir fünf mit mehr als je 50 m Fallhöhe. Diese sind in der untenstehenden Tabelle A zusammengestellt.

Besondere Beachtung verdient die Kraftbewerthung des gröfsten Wasserfalles, des Rjukanfos. Oberhalb desselben liegt als gröfster der in den 80 qkm enthaltenen Seen das

Tabelle A.

Nr.	Fall	Flufs	Fallhöhe m	Niederschlagsgebiet qkm F	Seefläche qkm F_1	$m = \frac{F_1}{F}$	Geschätzte Regenhöhe mm	Lage zu Verkehrswegen	Bisher benutzt?
1.	Rjukanfos	Skienflufs	245	1600	80	$^1/_{20}$	700	60 km ab Wasser	Nein
2.	Gjævdefos	Arendalflufs	105	320	20	$^1/_{16}$	700	75 km ab Meer	—
3.	Gjævdefos	„	95	320	20	$^1/_{16}$	700	75 „ „ „	—
4.	Tistedalfos	Frederikshaldflufs	66	1500	95	$^1/_{16}$	650	dicht an Fjord und Bahn	unvollkommen
5	Hanefos	Topdalflufs bei Kristiansand	65	880	30	$^1/_{30}$	800	30 km ab Meer	—

Tabelle B.

Nr.	Fall	Flufs	Fallhöhe m	Niederschlagsgebiet oberhalb qkm F	Seefläche oberhalb qkm F_1	$m = \frac{F_1}{F}$	Geschätzte Regenhöhe mm	Lage zu Verkehrsstraſsen	Bisher benutzt?
1.	Sarpsfos	Glommen	22	40250	1200	$^1/_{33}$	550	an Bahn und Fjord	theilweise
2.	Harpefos	Laugen	25		ziemlich abgelegen		400	60 km ab Inlandbahn	—
3.	Mossefos	Mossfluſs	23	660	48	$^1/_{14}$	650	am Meer	unvollkommen
4.	Haugsfos	Drammenfluſs	38	930	10*)	$^1/_{93}$	600	5 km ab Inlandbahn	„
5.	Hönefos	„	22	4800	160	$^1/_{30}$	550	a. d. Inlandbahn	ja
6.	Hofsfos	„	27	„	„	„	„	„	„
7.	Heensfos	„	24	„	„	„	„	„	„
8.	Kistefos	„	35	5230	135	$^1/_{39}$	550	„	—
9.	Kaggefos	„	25	„	„	„	„	„	—
10.	Labrofos	b. Kongsberg	34	4500	150	$^1/_{30}$	600	„	—
11.	Larvikfos	b. Larvik	22	510	32	$^1/_{16}$	550	am Meer	—
12.	Tinfos	Skienfluſs	20	4040	200	$^1/_{20}$	700	an Inlandwasserstraſse	—
13.	Vrangfos	„	27,5	3700	150	$^1/_{25}$	700	„	—
14.	Skjäggsfos	—	25	220	weniger geeignet		650	50 km ab Meer	—
15.	Böjlefos	Arendalfluſs	27	3500	230	$^1/_{15}$	650	15 km ab Meer	—
16.	Hegfos	„	40	1300	113	$^1/_{12}$	650	60 km ab Meer	—
17.	Dynjanfos	„	24	940	67	$^1/_{14}$	650	70 km ab Meer	—
18.	Hejrefos	—	23	640	25	$^1/_{26}$	650	30 km ab Meer	—
19.	Flakfos	—	42	?	?	—	650	—	—
20.	Rafos	—	24	1300	28	$^1/_{46}$	1100	10 km ab Fjord	—
21.	Rjukanfos	—	27	1870	63	$^1/_{30}$	1100	am Fjord	—

*) Seeinhalt künstlich vergröſsert.

Mjösvand mit 41 qkm Fläche; dieser See beherrscht 1550 qkm Niederschlagsgebiet und etwa $1550 \cdot 700 \cdot 1000 = 1085$ Millionen cbm Niederschlag in einem Jahr. In jüngster Zeit sind künstlich mittels eines Stollens die obersten fünf Tiefenmeter dieses Sees als Stauraum ausgebaut worden, dessen Inhalt mehr als 200 Mill. cbm beträgt. Rechnet man als N.W. 6,4 cbm/sec und als M.W. 32 cbm/sec, so dürften die 200 Millionen cbm etwa ausreichend sein, um ein kleinstes Wasser von 30 cbm/sec zu ermöglichen. Alsdann hat man beim Rjukanfos eine constante Kraft von $\frac{30000 \cdot 245}{100} = 73500$ Nutz-PS.

Zahlreicher als die besonders hohen Wasserfälle sind in den Ostflüssen die mittelhohen Wasserfälle mit 20 bis 50 m Fallhöhe; sie sind in der vorstehenden Tabelle B zusammengestellt. Besonders wichtig sind die weniger steilen, mehr kataraktartigen Gefällstufen, die neben den genannten eigentlichen Wasserfällen in groſser Zahl zu finden sind. Das Vorkommen solcher Gefällstellen am Unterlaufe der groſsen Flüsse schafft diejenigen Kraftmöglichkeiten, die als die besten in Norwegen angesehen werden müssen; hierher gehören namentlich die Gefällstellen am Unterlauf des Glommen.

4. Die Wasserkräfte in der Umgebung von Kristiania.

Am meisten Werth besitzen unter den östlichen Wasserkraftmöglichkeiten diejenigen, die dem Wirthschaftsschwerpunkt am nächsten liegen. Von diesem Gesichtspunkt aus zeigt Abb. 4 Bl. 52 den Lageplan der Umgebung von Kristiania im Umkreis von etwa 50 km von der Hauptstadt aus. In den Lageplan sind die noch unbenutzten bedeutenden Wasserkraftstellen eingetragen; ihre Entfernung von Kristiania ist durch die Kreise zu erkennen. Die hervorgehobenen Wasserfälle, welchen die zugehörige Kraftmenge in Nutzpferdekräften beigeschrieben ist, liegen sämtlich im Unterlauf der beiden gröſsten und besten norwegischen Flüsse: des Glommen- und des Drammenflusses. Der Charakter der betreffenden Gefällstufen kann durch Vergleich mit den Längenschnitten Abb. 1 u. 3 Bl. 51 genauer erkannt werden; über den Abfluſsvorgang im allgemeinen sind oben schon Mittheilungen gemacht (unter 2, S. 385 u. 386).

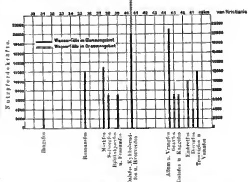


Abb. 4. Unbenutzte Wasserkräfte in der Umgebung von Kristiania. (Vgl. Abb. 4 Bl. 52.)

Die eingetragenen Kraftmöglichkeiten haben in der vorstehenden Text-Abb. 4 bezügliche Darstellung erhalten. Zu dieser Darstellung muſs folgendes bemerkt werden:

a) Die angegebenen Nutzpferdezahlen beruhen auf der Annahme, daſs man die nur ganz selten vorkommenden

kleinsten Wassermengen als Betriebswassermenge vorsieht. Dieses Verfahren sichert natürlich eine durchaus vollkommene Betriebsgleichheit. Aber es erscheint doch zulässig, mehr als gerade die kleinsten Wassermengen zu Grunde zu legen. So ist z. B. bei dem Entwurf für die Kykkelsrudgruppe 150 cbm/sec angenommen, während ausnahmsweise das kleinste Wasser auf 100 bis 120 cbm sinken kann. Der Menge 150 cbm entspricht die eingetragene Leistung von 28000 PS.

b) Die eingetragenen Kraftzahlen entsprechen dem gegenwärtigen, im wesentlichen natürlichen Abflufs-Kleinstwerth. Künstliche Verbesserung des Ausgleichs und dadurch Vergröfserung des Niedrigwassers kann in beiden Flüssen geschaffen werden. Im Glommen insbesondere läfst sich das Niedrigwasser auf das doppelte heben; dann würden auch alle für die Glommenfälle genannten Kraftzahlen sich verdoppeln.

c) Die Kykkelsrudgruppe ist nicht mehr eigentlich unausgenutzt, da gegenwärtig hier ein Kraftwerk im Bau ist.

Die in den Lageplan eingetragenen Möglichkeiten besitzen unter den norwegischen Wasserfällen nicht nur für Kristiania, sondern auch für das continentale Ausland das gröfsere wirthschaftliche Interesse.*)

5. Die Eisverhältnisse.

Zum Schlufs mufs noch die Frage betr. die Eisbildung zur Winterzeit berührt werden. Der Winter in Skandinavien dauert lang, und die Wassermengen in den Wasserläufen sind im Winter am kleinsten. Wären die Flufsthäler Skandinaviens keine Stufenthäler, so würde zweifellos aufserhalb des Bereiches der warmen Westküste die Eisbildung eine sehr bedeutende sein, insbesondere bei kleineren Wassermengen; hat man doch nördlich von Kristiania beobachtet, dafs in einem kleinen Nebenflufs die Wassermenge von 1,5 cbm/sec vollständig eingefroren ist.

Den wichtigsten Schutz gegen schädliche Eisbildung bieten die Stufenseen durch Ausgleich der Wasserwärme; sie sind nicht nur Wasserspeicher, sondern auch Wärmespeicher. Dies zeigt sich deutlich z. B. beim Drammenflufs. Man hat beobachtet, dafs das Wasser den Randsfjord, an welchen sich grofse Wasserwerke unmittelbar anschliefsen, selbst in strengen Wintern niemals kälter als mit + 3° C verläfst, dafs aber auch noch etwa 20 km unterhalb weniger als + 2° C nicht beobachtet wird; alsdann reihen sich wieder gröfsere Seen an. Diese Form der Wärmeverhältnisse bildet jedenfalls die Regel bei den östlichen Flüssen in Süd-Norwegen.

Es ist naturgemäfs, dafs sich, wie auch im vorigen Fall, das Wasser beim Weiterfliefsen im Flufsbett allmählich abkühlt, namentlich bei dem Ueberstürzen über die Wasserfälle; sind aber die Wasserfälle für Kraftzwecke ausgenutzt, so wird der Regel nach gerade in der kalten Zeit das Ueberstürzen über die natürliche Stufe nicht eintreten. Nur dort, wo das Wasser auf lange Strecken im Flufsbett fliefsen mufs, ohne wieder einen See anzutreffen, können Eisschwierigkeiten entstehen. Dieser Fall, der in Norwegen selten ist, liegt erfahrungsgemäfs z. B. vor bei dem längeren Unterlauf des Glommen unterhalb des letzten Sees Oeieren; einerseits ist diese seefreie Strecke sehr lang, anderseits sind nur bei dem untersten der vielen Wasserfälle, beim Sarpsfos, Wasserkraftanlagen vorhanden. Infolge dessen treten auf dieser Strecke im Winter Eisbildungen im Wasser auf, und zwar sind diese beobachtet als Eisnadeln, die im Wasser schwimmen und sich unter Umständen zu Breieis zusammenballen. Diese nadelartigen Eisbildungen treiben häufig nur in ganz bestimmter Tiefenlage unter dem Wasserspiegel; sie setzen sich namentlich an die von ihnen angetroffenen festen Gegenstände fest und sind z. B. imstande, bei ungenügender Vorsicht die eisernen Rechen zuzusetzen oder die Turbinen stillzustellen.

Bei dem Werke Hafslund hat man sich gegen diese Eiserscheinung einen Schutz durch eine entsprechende Spülschleuse geschaffen (vgl. unter III 5: Sarpsfos). Im übrigen hat man an anderen Stellen die Erfahrung gemacht, dafs die Eisnadel- und Breieisbildungen verschwinden, wenn sie eine Zeit lang unter einer Eisdecke her sich bewegen; diese Thatsache könnte als Gesichtspunkt bei Erwägungen über den Schutz gegen die Eisnadeln in Betracht kommen. Wie schon gesagt, sind Fälle der beschriebenen Art selten; jedoch wird es rathsam sein, in jedem Einzelfall die Verhältnisse auf solche Eisbildungen zu prüfen. Erfahrungsmäfsig unschädlich ist das Eis der sich auf den Wasserflächen bildenden Eisdecken. Die etwa entstehenden Eisschollen treiben erst mit der Frühjahrsfluth aus den Seen weg; sie sind dann mürbe und werden durch das Abstürzen in den Wasserfällen bald in kleine Stücke zerschlagen; alsdann können sie keine Gefahr mehr bringen.

Bezüglich der Eiserscheinungen in finnländischen Wasserläufen sind interessante Einzelheiten zusammengestellt in der Nummer vom 1. April 1898 der Zeitschrift „Teknikern" (Helsingfors) in einem Aufsatze über das Gebiet des Uleaflusses.

II. Die Durchführung der Wasserkraftgewinnung und ihre Technik im allgemeinen.

1. Allgemeines.

Die wirthschaftliche Verwerthung der im vorigen Abschnitt geschilderten natürlichen Verhältnisse für Wasserkraftzwecke ist in Norwegen nicht neu. Jedoch ist, wie an anderen Orten, so auch hier in der jüngsten Zeit ein besonderer Aufschwung in der Wasserkraftwirthschaft zu bemerken, allerdings einstweilen noch nicht so bedeutend, wie z. B. im Alpengebiet. Die bisherige Verwerthung hat eine Reihe von Zuständen geschaffen, deren Betrachtung von Interesse ist.

a) Rechtsverhältnisse. Das norwegische Wasserrecht setzt bezüglich der Wasserfälle und Flufsstrecken fest, dafs der Uferbesitzer im Bereich seines Eigenthums zur Ausnutzung allein berechtigt ist. Diese Gerechtsame erstreckt sich für jedes der beiden Ufer auf die Hälfte der jeweiligen Wassermenge. Namentlich die letzte Festsetzung giebt unter Umständen Veranlassung zu einem Rechtsstreit zwischen zwei einander gegenüber liegenden Uferbesitzern. Nach diesen Rechtsgrundsätzen regelt sich auch der Verkauf der Wasserfälle, indem der Verkäufer das Recht der Wasserverwerthung für die ihm zustehende Fliefsmenge und das zugehörige Ufergelände abtritt; manchmal gehören auch Kunstbauten zum Kaufgegenstand.

*) Weitere Aufschlüsse über unbenutzte grofse Wasserkräfte in der Nähe von Kristiania finden sich in der „Elektroteknisk Tidskrift 1897" 1 u. 2. Heft.

b) Kosten. Bei diesen Kaufabschlüssen wird der Preis in der Regel auf eine Nutzpferdekraft bezogen, wobei die Anzahl der Pferdekräfte nach einer Wassermenge berechnet wird, die einem niedrigeren Wasserstand entspricht. Hierbei ist es von besonderem Interesse zu sehen, dafs trotz der im Lande zahlreich vorhandenen günstigen Wasserverhältnisse in den Städten manchmal sehr hohe Preise für eine Wasserpferdekraft gegeben werden. Beispielsweise wurden in Kristiania am Akersfluſs für 1 PS 1000 Kronen*) gezahlt. Aehnlich hoch war der Kaufpreis in einem anderen Falle, in welchem die Gerechtsame nur für die Dauer von 100 Jahren abgetreten wurde. Ausnahmsweise wurden für 1 PS sogar 2000 Kronen gezahlt. Diese hohen Preise sind natürlich nur dadurch begründet, dafs die Kraft im städtischen Gebiet vorhanden ist. In jedem anderen Falle sind die Preise unvergleichlich niedriger. So hat z. B. der Besitzer des Rjukanfos, dessen Kraftvermögen oben nachgewiesen wurde, für den Wasserfall im ganzen nur 1000 Kronen gezahlt.

Die Ausbaukosten für eine Wasserpferdekraft sind entsprechend den günstigen Naturverhältnissen niedrig. Beispielsweise berechnen sich diese für den Kykkelsrudentwurf am Glommen (28000 bezw. 56000 PS) mit hohen Einheitspreisen zu etwa 200 ℳ (ohne Grunderwerb). In besonderen Fällen kommen erheblich niedrigere Baupreise für die Herstellung von einer Wasserpferdekraft vor. (Vgl. hierzu das Seite 406 Gesagte betreffend den Söneren-See.)

c) Bisherige Verwerthung. Die später (Abschnitt III) zu besprechenden Beispiele sind, abgesehen von den als nachträgliche Ausführungen und Entwürfe bezeichneten Werken, im wesentlichen diejenigen Anlagen, welche auf der Studienreise besichtigt wurden. Unter diesen Werken befinden sich nur wenige aus dem westlichen Entwässerungsgebiet; die meisten und gröfsten der besichtigten Ausführungen gehören den grofsen östlichen Flufsgebieten von Süd-Norwegen an, insbesondere den drei gröfsten Wasserläufen Glommen, Drammenfluſs und Skienfluſs. Die in diesen östlichen Wasserläufen im Jahr 1896 besichtigten und damals in Betrieb befindlichen Anlagen besafsen eine Gesammtleistung von mehr als 100000 PS; die gröfste Kraftmenge am einzelnen Punkt betrug 5000 bis 6000 PS, während Kraftwerke mit weniger als 1000 PS an den genannten Wasserläufen bei der einzelnen Gefällstufe nicht angetroffen wurden. Die Nutzgefälle bei diesen Kraftwerken betrugen in der Regel zwischen 10 und 30 m, hatten also mittelgrofse Werthe. Das höchste angetroffene Nutzgefälle lag bei Bergen, also im Westgebiet, und hatte 500 Fufs Höhe.

Die genannten 100000 PS bilden nur einen Theil der bis jetzt erfolgten Wasserkraftausnutzung in den grofsen Ostflüssen des südlichen Norwegens; namentlich befinden sich in den nicht besuchten Gebieten der drei übrigen grofsen Flüsse (vgl. Seite 388) noch grofse Kraftwerke, abgesehen von den Anlagen in den westlichen Flufsgebieten.

d) Bisherige Verwendungszwecke und Verwendungsform. Der am weitesten verbreitete norwegische Gewerbszweig ist die Herstellung von Holzschliff und Cellulose aus dem Holz der grofsen heimischen Wälder. Dieser landeswirthschaftliche Gewerbszweig tritt in Verbindung mit der bisherigen Wasserkraftausnutzung mit besonderem Gewicht in den Vordergrund. Sie soll nur in Verbindung mit billiger Wasserkraft lebensfähig sein. Der einzelne Schleifstein ist meist mit grofser Kraft ausgestattet, etwa 300 bis 500 PS. In dem im folgenden Abschnitt III im Bilde dargestellten gröfsten Werk Scotsfos, welches 1896 4000 bis 7000 PS ausnutzte und sich auf 10000 PS Kleinstleistung zu erweitern vorhatte, wurden in einem Jahr 20000 t mechanischen Holzrohstoffes hergestellt. Diese Holzmasse wird insbesondere ins Ausland verschickt. Der nächstverwandte Gewerbszweig ist der der Sägewerke; auch dieser ist in Norwegen naturgemäfs sehr stark verbreitet. Daneben dient die Wasserkraft noch vielen anderen Gewerbszweigen, z. B. der Tuchindustrie, zum Betrieb von Mahlmühlen, Maschinenfabriken usw.

Besonders bemerkenswerth ist der Umstand, dafs bis in die jüngste Zeit hinein die Umsetzung der Wasserkraft in elektrische Energie und die Fernleitung der letzteren in Norwegen nur eine ganz geringe Anwendung gefunden hat; im Jahre 1897 waren im ganzen nur etwa 1650 Wasserpferdekräfte in Elektricität umgesetzt zur Verwendung für Beleuchtung und den Betrieb von Bahnen.

Wie nun schon hervorgehoben wurde, hat die Wasserkraftwirthschaft in Norwegen gerade in der jüngsten Zeit einen erheblichen Aufschwung genommen, der sich gegenwärtig mit grofser Stetigkeit und vielseitiger Anregung vollzieht. Dieser Aufschwung beruht in erster Linie und allgemein darin, dafs man die Wasserkraftgewinnung im grofsen Mafsstab, mit mehr Planmäfsigkeit und in vollkommenerer Ausstattung, als bisher geschehen, betreibt.

e) Betheiligung des Auslandes. Hierbei spielt vor allem das erforderliche Bau- und Betriebscapital eine Rolle. Aus Norwegen heraus allein ist der Ausbau im grofsen Mafsstab nicht ohne weiteres möglich. Daher wird ausländisches Geld — bis jetzt schon viele Millionen — zur Bewirthschaftung herangezogen, bezw. zugelassen. Bei den bisherigen Fällen dieser Art ist man aber immer derart vorgegangen, dafs im Einzelfalle ein erheblicher Theil des angewandten Capitals sich in norwegischen Händen befindet. Es ist natürlich, dafs bei einem solchen Hinzutreten fremden Geldes die günstigsten Stellen in der Regel zuerst belegt werden, und dafs ferner in der ersten Zeit die Preise noch niedrig sind. In jüngerer Zeit ist eine Reihe von werthvollen Gefällstellen insbesondere in englischen Besitz gelangt. Auch deutsche Eigenthumsberechtigungen sind vorhanden; abgesehen von jüngeren Betheiligungen besitzt z. B. aus älterer Zeit die Meifsener Porcellanindustrie das Kobaltwerk Modum mit zugehöriger grofser Wasserkraft. Von zuverlässiger Seite wurde die Ansicht geäufsert, die Deutschen sollten bestrebt sein, sich rechtzeitig gute Gefällplätze in Norwegen zu sichern, und sollten nicht warten, bis andere Länder die besten Stellen an sich gerissen hätten. Jedes in lebhafter Entwicklung befindliche Land hat ein Interesse daran, sich rechtzeitig nach guten Kraftquellen umzuschauen.

f) Lage der Wasserkräfte und Kraftübertragung. Ein Umstand, der für die Bewerthung einer vorhandenen Wasserkraftmöglichkeit sehr ins Gewicht fällt, ist die Lage der betreffenden Stelle gegen die nächstgelegenen Verkehrslinien. Hierbei kommen in Norwegen namentlich die Wasser-

*) 1 Krone = 1,12 ℳ.

strafsen, vor allem Fjord und Meeresküste in Betracht, weniger die Eisenbahnen. Manche Wasserfälle befinden sich dicht bei dem Meeresspiegel, wie z. B. der Mossfos, der bei Moss (südl. Kristiania) mit 22 m Höhe fast bis in das Meer hineinstürzt. Dagegen liegen viele günstige Kraftstellen im Landinneren und abgelegen von den Verkehrsstrafsen. Die betreffenden Zahlen der Tabellen S. 387 u. 389 zeigen aber, dafs die vorhandenen Entfernungen nicht unüberwindlich sind. Im kleineren Rahmen hat man sich auch bei den vorhandenen Werken mit diesen Entfernungen abzufinden verstanden, indem man u. a. Drahtseilbahnen und elektrische Bahnen für die Beförderung der Erzeugnisse zur nächsten Verkehrslinie einrichtete.

In der neueren Zeit geht nun das Bestreben dahin, vor allem grofse Wasserkraftwerke herzustellen. Wenn man aber diese Absicht hat, so soll man auch vor gröfseren Entfernungen nicht ohne weiteres zurückschrecken; ihre Ueberwindung wird in Anbetracht der anderen günstigen Verhältnisse der Regel nach wirthschaftlich möglich sein. Insbesondere geht die Arbeitsrichtung heute dahin, dafs man die im Inland vorhandenen Wasserkräfte an die Meeresküste und an die Fjordufer überträgt. Hier liegen einerseits die Städte und gröfseren bewohnten Orte, anderseits aber finden sich hier Geländeplätze, an denen eine Industrie sich unter günstigen Umständen zu entwickeln vermag, Stellen, bei welchen die Seeschiffe unter Schutz gegen das Meer in eisfreiem Wasser landen können. Für die Betheiligung seitens des Auslandes ist diese Möglichkeit von der gröfsten Bedeutung, da die Beförderung auf dem Seewege die einfachste und billigste ist, und die Entfernung keine grofse Rolle spielt.

Als Mittel für die Uebertragung der Kräfte kommt natürlich ganz überwiegend die Elektricität in Betracht; diese dürfte gerade in Norwegen noch zu grofsen Leistungen berufen sein. Im Teknisk Ugeblad 1897 erschien in Nr. 13 eine Notiz dahingehend, dafs demnächst in Californien gröfsere Wasserkraftmengen auf 121 km Entfernung mit 30000 Volt Spannung elektrisch übertragen werden sollen. Es wurde zugleich darauf aufmerksam gemacht, dafs es für Norwegen von grofsem Interesse sei, den Gang und den Erfolg dieser Anlage zu studiren. In dieser Notiz spricht sich eine richtige Würdigung der norwegischen Verhältnisse aus. Inzwischen ist in Schweden der Plan entstanden, gröfsere Kraftmengen nach Stockholm auf 150 km Entfernung elektrisch zu übertragen, bei welcher Uebertragung der Spannungsverlust 25 v. H. ausmachen sollte. Neben der elektrischen Uebertragung der Wasserkräfte besteht in Norwegen an mehreren Stellen der Plan, aus hochgelegenen Inlandsgewässern mittels Gebirgsstollen, unter Wahrung der nutzbaren Spiegelhöhe, das Wasser selbst auf gröfsere Entfernung an die Meeresküste zu leiten und dann hier unmittelbar mit grofsem Gefälle Kraft zu gewinnen. Diese Pläne sind wasserbautechnisch ganz besonders interessant und bieten manche besondere Vortheile.

g) Neuere Verwendungszwecke. Es entsteht nun noch die Frage, wozu die übertragene oder nicht übertragene Kraft in Norwegen Verwendung finden kann. Als Rohstoffe bietet das Land besonders Holz, ferner Torf in den Moorflächen, Kalk, Thon und in geringem Mafse auch Erze. Durch das Vorhandensein dieser Stoffe sind namentlich für die moderne elektrochemische Industrie gute Vorbedingungen erfüllt; die neu angelegten und geplanten Werke sind z. B. in Uebereinstimmung mit der augenblicklichen Arbeitsrichtung für die Herstellung von Calciumcarbid und Aluminium vorgesehen. Die erforderliche Kohle kann billig aus England bezogen werden; die englische Kohle kostet z. B. in Kristiania nicht mehr als in London. Eine norwegische, anscheinend sehr aussichtsvolle Sonderindustrie auf elektrochemischem Gebiete ist die Herstellung von Torfkohle und anderen Torferzeugnissen. Diese Industrie wird nach dem Jebsenschen Patent gegenwärtig in der Nähe von Bergen betrieben.

Carbid, Aluminium und Torfkohle sind handliche Energieträger. Die Verfahren, aus ihnen die Energie nachher wieder zu gewinnen, sind zum Theil noch zu theuer und bedürfen noch der Vervollkommnung. Vielleicht aber wird es z. B. demnächst wirthschaftlich möglich sein, Carbid, das durch norwegische Wasserkräfte aus norwegischem Kalk und englischer Kohle hergestellt worden ist, nach Deutschland zu versenden und hier durch Vergasung motorische Kraft so billig zu erzeugen, wie es in einer Dampfmaschine nicht möglich ist.

Das Interesse des Auslandes an den etwa an die Küste übertragenen norwegischen Wasserkräften könnte sich noch in manchen Formen bethätigen. Beispielsweise könnte man sich denken, dafs gleichartige Industrieen eines Landes im Falle gröfseren Kraftbedarfs sich zusammenthun, um auf genossenschaftlichem Wege zur Erfüllung gleicher Zwecke eine grofse Arbeitsstätte an der norwegischen Küste anzulegen; haben wir doch z. B. schon genossenschaftliche Walkereien, Brennereien usw. Der billige Transport zur See ist hierbei genügend zu würdigen.

2. Die technischen Mafsnahmen der Wasserkraftausnutzung.

a) Die Baustoffe und Bauelemente. Die natürlichsten Baustoffe Norwegens sind Stein und Holz; beide kommen im Wasserkraftwesen zur Anwendung, aber mit dem Unterschied gegen unsere Verhältnisse, dafs das Holz, lediglich Nadelholz, besonders weitgehend verwandt wird. Nur bei den neuesten grofsen Ausführungen, bei denen sich der Einflufs des Auslandes geltend macht, scheint die Vorliebe für die Holzverwendung abgeschwächt zu sein. Die Verwendung des Eisens ist, abgesehen von einigen Sonderheiten, eine ähnliche wie bei uns. Bemerkenswerth ist die Einschränkung des Mörtels beim Mauerwerk. Dies hat wohl seinen Grund darin, dafs in abgelegenen Gegenden Steine und Holz leicht zu haben sind, während die Mörtelzubehöre theueren Transport erfordern. Infolge dessen findet man insbesondere bei den weniger jungen Ausführungen sehr viel Trockenmauerwerk. Eine Cementfabrik besteht in der Nähe von Kristiania. Beton ist erst in jüngerer Zeit zur Verwendung gelangt, und zwar neuerdings in besonders weitgehender Form. Jedoch werden berechtigte Bedenken geäufsert über die Dauerhaftigkeit, die man in Anbetracht der grofsen Winterkälte den Betonkörpern zuschreiben soll; ein Schutz durch Quaderverblendung erscheint erforderlich.

Zu Dichtungsarbeiten kommt aufser Thon auch Sand und Rasentorf in Anwendung.

Unter den aus diesen Stoffen hergestellten Bauelementen ist besonders bemerkenswerth der Steinkistenbau. Diese

auch bei uns nicht ganz fremde Bauweise dient namentlich zur Herstellung von massigen, schweren und widerstandsfähigen Körpern (Wehre, Ufermauern, Abschlufswerke, Leitwerke u. a.), vor allem im strömenden Wasser. Der Steinkistenbau stellt die genannten Körper derart her, dafs die Aufsenflächen und zahlreiche Querrippen als Blockwände aus Baumstämmen zusammengezimmert, und dafs die entstandenen Zwischenräume mit schweren Steinen ausgepackt werden; die Aufsenflächen



Abb. 5. Holzwehr Larvik.
(Steinkistenbau, 200 Jahr alt.)

erhalten nach Bedarf eine Bekleidung von dichtem Holzbelag. Diese Steinkistenbauten pflegt man auf den Felsen aufzusetzen und mit diesem zu verankern. Die Tiefenlage des Felsens wird beispielsweise vorher gepeilt, dann wird nach



Abb. 6. Steinkistenbau.

dem aufgenommenen Schnitt das Bauwerk auf dem Lande gezimmert und bei niedrigem Wasser, d. i. im Winter, an seine Stelle gebracht.

Diese Steinkistenbauten haben sehr wichtige Vortheile; sie bilden, abgesehen von den Kosten, eine sehr zähe, widerstandsfähige und dauerhafte Construction. Natürlich gilt dies unbedingt nur dann, wenn das Bauwerk dauernd nafs ist; beispielsweise besteht das grofse Wehr bei Larvik (Text-Abb. 5) schon länger als 200 Jahre. Die Abb. 12 Bl. 51 und 17 bis 19 Bl. 52 geben Beispiele des Steinkistenbaues. Die Herstellung wird durch die Text-Abb. 6 veranschaulicht. Bemerkenswerth ist, dafs auch der etwa 30 m hohe Vrangfosdamm (Abb. 5 und 9 Bl. 51) ursprünglich in Steinkistenbau hergestellt werden sollte; nachträglich entschlofs man sich zu der Ausführung in Mauerwerk.

Soll ein Steinkistenbau gegen Wasserdruck dicht sein, z. B. bei Wehren, so hinterfüllt man ihn mit Lehm, Sand, Rosentorf u. a. (Abb. 18 Bl. 52). Mit diesem Verfahren hat man sehr gute Erfahrungen gesammelt. Gröfsere Fangedämme sind bei den Wasserkraftbauten manchmal angewandt worden.

b) **Die Wasserkraftbauten im allgemeinen.** Die Gesamtanlage eines norwegischen Wasserkraftwerkes umfafst in der Regel die nachstehenden Abschnitte:

1. das Stauwerk;

2. die Leitung des Wassers (Oberwasserleitung und Unterwasserleitung);

3. die Kraftmaschinenanlage.

Wie die als Sonderfall anzusehende Text-Abb. 7 erläutern mag, handelt es sich darum, das Gefälle h zwischen zwei um die Strecke l aus einander liegenden Punkten A und B bei einer Maschinenanlage zu vereinigen und auszunutzen. Hierbei giebt es für die Gruppirung der genannten drei Bauabschnitte mannigfache Möglichkeiten. Das Stauwerk, welches bestimmt ist, flufsaufwärts bis zum Wasserspiegel A das Wasser zu heben, kann allgemein an jedem



Abb. 7.

Punkte zwischen A und B angelegt werden. Es wird um so höher und theuerer werden, je näher es an den Punkt B geschoben wird. Das Stauwerk mufs so beschaffen sein, dafs es insbesondere die zu erwartenden Hochwassermengen ohne Gefahr vorbeifliefsen oder überstürzen läfst. Von dem Stauwerk bis zum Punkte B hinunter gelangt das Wasser durch eine Leitung. Liegt das Stauwerk bei A, so wird die Leitung lang; liegt es bei B, so wird die Leitung kurz. Von Haus aus kann die Maschinenanlage an jedem Punkte der Leitung stehen; sie theilt die Leitung in einen Obercanal oder Zuleitung, und in einen Untercanal oder Ableitung. Die Kraftmaschine darf nicht höher als etwa 8 m über dem Wasserspiegel B stehen (Saughöhe); daher mufs, wenn $h > 8$ m ist, die Zuleitung in der Regel ganz oder theilweise als Druckleitung hergestellt werden. Von den hiernach gebotenen mannigfachen Möglichkeiten ist bei den norwegischen Wasserkraftanlagen keine ausgeschlossen.

c) **Das Stauwerk.** Bei der Anlage der Stauwerke in den norwegischen Wasserläufen mufs man der Regel nach vor allem mit zwei gegensätzlichen Umständen rechnen:

1. Die Stauwerke der Kraftanlagen müssen meistens an Punkten angelegt werden, die ein grofses Niederschlagsgebiet im Rücken haben; also ist mit grofsen Hochwassermengen zu rechnen.

2. Demgegenüber ist meistens bei der Erbauungsstelle das Thal eng, also eine grofse Wehrlänge unmöglich.

Daher entstehen bei Hochwasser große Strahldicken, die Werthe bis zu 5 und 6 m und mehr annehmen. Infolge dessen erhalten die Stauwerke regelmäßig als Aufsatz ein bewegliches Wehr (reguleringsdam), das auf der ganzen Wehrlänge oder nur auf einem Theil derselben hergestellt wird; nur in besonderen Fällen fehlt der bewegliche Aufsatz, hauptsächlich dort, wo Rückstauschwierigkeiten nicht



Abb. 8. Klosterfos-Damm.

vorhanden sind, oder große Wehrlängen geschaffen werden können. In sehr vielen Fällen hat das bei *A* (Text-Abb. 7) stehende bewegliche Stauwerk den Zweck, den rückwärts anschließenden See in seiner Abflußmenge zu regeln.



Abb. 9. Krappete-Damm.
(Dalslandcanal.)

Hiernach besteht also das Stauwerk der Regel nach aus massivem Unterbau und beweglichem Wehraufsatz. Der massive Unterbau ist bei kleineren und mittelgroßen Höhen meistens in Steinkistenbau ausgeführt (z. B. Text-Abb. 8); das Regulirwehr des Sees Ocieren (Mörkfos) hat einen Unterbau aus Steinschüttung, die mit großen Quadern abgedeckt ist. Bei großen Höhen des Staudammes, etwa 10 m und mehr (bis zu 25 m), wird Mauerwerk verwandt, sodaß alsdann der Charakter einer Staumauer oder Thalsperre mit beweglichem Aufsatz entsteht. Stauwerke dieser letzten Art kommen in Norwegen in übereinstimmender Form nicht nur für Kraftzwecke, sondern auch für Schiffahrtszwecke vor, wo es sich darum handelt, rückwärts auf lange Strecken genügende Fahrtiefe zu schaffen.

An dieser Stelle sei noch einiges über die Bauart der in Norwegen vorkommenden höheren **Mauerwerk-Staudämme** gesagt. Der über 30 m hohe Vrangfosdamm ist durchaus in Cementmörtelmauerwerk hergestellt (vergl. die Text-Abb. im folgenden Abschnitt III unter 2). Andere Staudämme sind derart ausgeführt, daß nur auf der Wasserseite auf etwa 1 m Dicke volles Mörtelmauerwerk vorhanden ist, während bei der Hauptmasse der Mauer nur in den Lagerfugen Mörtel verwandt wird, die senkrechten Stoßfugen dagegen grundsätzlich offen bleiben (z. B. Text-Abb. 9). Bei dieser Ausführung, die gute Steine voraussetzt, liegen die Steine durchaus sicher. Durch die offenen Stoßfugen entsteht der Vortheil, daß im Inneren der Mauer keine Auftriebspannungen entstehen können. Dieses Verfahren ist sehr beachtenswerth, namentlich da, wo Wasserverluste ohne Nachtheil sind; es



Abb. 10. Kristiansund-Damm.

ließe sich im einzelnen vollkommen ausgestalten. Das bei älteren Ausführungen vorkommende Verfahren, die Wasserseite mit Mörtel zu mauern und die Hauptmasse ganz trocken zu versetzen, ist weniger zuverlässig (Text-Abb. 10).

Bei neueren Ausführungen und Entwürfen kommen auch hohe Beton-Staudämme vor, gegebenenfalls in der Außenfläche mit Quadern verblendet. Ein Nachtheil dieser Bauart ist zweifellos die Ungleichartigkeit des Setzens.

Die **beweglichen Regulirwehre** werden ausschließlich als Nadelwehre gebaut; es dürfte kaum ein anderes Land geben, in welchem die Nadelwehre so sehr in den Vordergrund treten, wie in Norwegen. Meistens ist das Nadelwehr als Bockwehr gebaut, jedoch mit vielen Abweichungen von der bei uns üblichen Ausgestaltung; insbesondere hat man bei norwegischen Nadelwehren nicht mit so plötzlichen Anschwellungen zu rechnen, wie bei uns. Die Böcke werden meistens aus Eisen, bei geringen Höhen aber auch in Holz hergestellt (vgl. die betr. Abb. im nächsten Abschnitt III unter 2). Die hölzernen Böcke sind immer feststehend; die eisernen werden dagegen häufig umklappbar hergestellt. Bemerkenswerth ist, daß die Böcke der norwegischen Nadelwehre (auch die beweglichen) in der Regel weiter auseinander stehen, als bei uns üblich ist; es kommen Entfernungen der beweglichen Eisenböcke bis zu etwa 3 oder 4 m vor, sodaß sie sich beim Umlegen nicht überdecken.

Als besondere Bauart seien die größeren Regulirwehre bei den Staustufen des Bandakcanals hervorgehoben (vgl. die Abb. im folgenden Abschnitt III unter 2). Diese sind unter Verwendung fester eiserner Böcke im oberen Theil als Nadelwehr, im unteren als Dammbalkenwehr ausgeführt. Diese Bauweise gestattet, lediglich in der größeren Tiefe Wasser abzulassen; die mit eingezogenen Eisenstangen beschwerten Dammbalken können unabhängig von den Nadeln mittels einer Winde an Kabeln hochgezogen werden.

Nadelwehrconstructionen besonderer Art sind auch die durch die Abb. 15 bis 20 Bl. 51 dargestellten Ausführungen. Dieselben haben keine Böcke, sondern statt dessen zwei Zwischenpfeiler, die den Druck der oberen Stützträger aufnehmen. In Abb. 15 Bl. 52 legen sich die Nadeln oben gegen einen wagerechten Träger, der eine Weite von 8 m überspannt.

Bei grofsen Höhen des Unterbaues, wenn also in Text-Abb. 7 das Stauwerk in die Nähe von B gelegt wird, entsteht die Nothwendigkeit, dafs das Wasser zur Fluthzeit mit den oben angegebenen bedeutenden Strahldicken über die Staumauer — beispielsweise 15 bis 25 m tief — hinunterstürzt (vgl. Abb. 22 Bl. 51).

In diesen Fällen sorgt man dafür, dafs der Sturzboden fester gewachsener Felsen ist. Es kann aber nicht geleugnet werden, dafs eine Felsmasse, die so bedeutendes Arbeitsvermögen vernichten soll, mit der Zeit angegriffen werden wird, wie dies an einigen Stellen beobachtet worden ist. Daher legt man Werth darauf, dafs solche Standämme und namentlich ihr Vorboden regelmäfsig geprüft werden. Als weitere Mafsnahmen für den Bau dieser Standämme mit grofsen Ueberfallmassen können vielleicht die folgenden empfohlen werden:

1. Deckung und Schutz des natürlichen Felsens vor dem Fufs der Mauer durch eine widerstandskräftige und erneuerungsfähige Bauweise.

2. Führung des Ueberfallstrahles durch eine der Mauer vorgebaute Leitbahn in gröfsere Entfernung vom Mauerfufs, wie man dies z. B. in Oesterreich gemacht hat.

3. Herstellung eines genügend tiefen Wasserbeckens am Fufs der Mauer mittels eines zweiten niedrigeren Standammes.

4. Vermeidung des Ueberfalles über die Mauer und Umleitung des Fluthwassers durch Tunnel an die Luftseite.

5. Einrichtung einer genügend grofsen Ablaufschleuse, die es ermöglicht, wenigstens bei niedrigeren Wasserständen das Wasser dem Ueberfall fernzuhalten und den Absturzboden trocken zu legen.

Am einfachsten werden die Stauwerke, wenn sie bei A der Text-Abb. 7 angelegt werden; wird hierbei kein eigentlicher Aufstau bezweckt, so ist ein bewegliches Wehr entbehrlich, und es entstehen dann ganz einfache niedrige Ueberstsurz-Bauwerke zum Ausgleich der vielleicht unregelmäfsigen natürlichen Ueberfallkante; sie haben den Zweck, namentlich in trockener Zeit alles Wasser festzuhalten (Abb. 13 Bl. 51). Das Werk Hafslund am Sarpsfos hat überhaupt kein Stauwerk im Flufs eingerichtet; der Zuleitungscanal ist aber derart vertieft, dafs man im Winter alles Wasser zum Werk führen kann.

Die Stauwerke in Norwegen gehören insbesondere zu denjenigen Bauwerken, die im Winter ausgeführt werden müssen, d. h. in der Zeit der gröfsten Trockenheit, aber anderseits auch in derjenigen Zeit, die an die Güte der Ausführung die höchsten Anforderungen stellt.

d) Die Leitung des Wassers. Die älteren Werke Norwegens zeigen nur in seltenen Fällen einen ausgesprochenen Unterwassercanal: die Maschinen stehen in der Regel unmittelbar beim Unterwasser. Neuere Entwürfe scheinen jedoch den Unterwassercanal mehr zu bevorzugen. Wir haben es daher vor allem mit einem Oberwassercanal zu thun, der den Stauraum mit der Maschinenanlage verbindet. Soweit die Oberwasserleitung als Freispiegel-Leitung ausgeführt ist, finden wir namentlich hölzerne Gerinne, Felscanäle, Tunnel und Erdcanäle. Die letzteren sind am seltensten. Dagegen sind die hölzernen Leitungen bei den älteren Kraftwerken sehr viel in Anwendung gebracht worden, zum Theil in vollkommener Ausrüstung. Ein besonders bemerkenswerther Holzcanal ist derjenige, welcher in Larvik am Farisely in Betrieb ist. Das Gerinne besitzt bedeutende Abmessungen, etwa 5 m Breite und 3 bis 4 m Höhe, steht auf Holzjochen und ist regelrecht überdacht. Mit den hölzernen Gerinnen ist man aber nicht recht zufrieden, da sie viel Instandsetzungskosten verursachen und infolge Undichtigkeit leicht viel Wasser verlieren. Aus solchen Gründen hatte man im Jahre 1896 die Absicht, die grofse Rinne in Larvik durch ein eisernes Druckrohr zu ersetzen. Felsleitungen, namentlich Tunnel, erfreuen sich in der jüngsten Zeit besonderer Aufnahme.

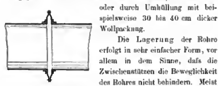
Abb. 11. Rohrstücke.

Wichtiger sind bei den norwegischen Kraftwerken die Druckleitungen, die in vielen Fällen ausschliefslich, also ohne zugehörige offene Leitungen, angewandt worden sind. In erster Linie kommen hierzu schmiedeiserne Druckrohre in Anwendung. Bei diesen sind Durchmesser unter 1 m sehr selten. Dagegen ist eine besondere norwegische Bauart die Anwendung von Rohren mit sehr grofsem Durchmesser für mittelgrofse Gefällhöhen von etwa 10 bis 30 m. Die gröfste im Jahre 1896 angetroffene Rohrweite betrug 16' = etwa 5,1 m; sie ist in Scotsfos angewandt für 8 m Gefälle. Durchmesser von 3 bis 4 m sind sehr häufig. Die Länge der Rohrleitungen dürfte im Einzelfall den Werth von 500 m kaum überschreiten; in der Regel sind die Rohre viel kürzer. Die Blechstärken werden möglichst eingeschränkt; beispielsweise haben die 3 m weiten Rohre in Hafslund 8 mm Wandstärke. Die Rohre werden im allgemeinen in der ganzen Länge genietet; die Vernietung ist eine einreihige.

Aufser den grofsen Hauptrohren kommen Vertheilungsconstructionen für die Abzweigung zu den einzelnen Turbinen vor. Ein besonders bemerkenswerthes Stück dieser Art von bedeutenden Mafsen zeigt die Text-Abb. 11. Diese

großen Druckrohre werden, wagerecht oder geneigt, ferner geradlinig oder gekrümmt, fast ausnahmslos freiliegend, d. h. ohne Ueberdeckung angeordnet. Bei der ungedeckten Lagerung spielen Wasserwärme und Frostwirkung eine Rolle. Hierbei ist aber zu bemerken, dafs in vielen Flüssen, wie früher erläutert, die Wärme des Wassers infolge der Seen über 0° C geregelt ist. Aufserdem wirkt günstig die grofse Weite der Rohre, sowie der Umstand, dafs der Betrieb der grofsen Kraftwerke in der Nacht keine Unterbrechung erfährt.

Nur in besonderen Fällen, namentlich in den besonders kalten eingeschlossenen Gegenden und bei kleinen Rohrweiten ist eine Eisbildung an der Innenwand zu erwarten. Hiergegen sichert man sich durch Einbettung in die Erde oder durch Umhüllung mit beispielsweise 30 bis 40 cm dicker Wollpackung.

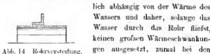

Abb. 12. Feder-Ausgleichvorrichtung für Rohre.

Die **Lagerung** der Rohre erfolgt in sehr einfacher Form, vor allem in dem Sinne, dafs die Zwischenstützen die Beweglichkeit des Rohres nicht behindern. Meist ruhen die Rohre auf trockenen Steinsätzen oder einem aus Holzbalken zusammengesetzten niedrigen Pfeiler; bei neueren Ausführungen kommen auch in Mörtel gemauerte Stützen vor.



Abb. 13. Drosselklappe.

Nach Bedarf, aber selten, erfolgen Verankerungen der Kniestellen. — Das Eisen der Rohre ist in seiner Wärme wesentlich abhängig von der Wärme des Wassers und daher, solange das Wasser durch das Rohr fliefst, keinen grofsen Wärmeschwankungen ausgesetzt, zumal bei den grofsen Lichtweiten. Infolge dessen ist das durch die Formänderung entstehende „Arbeiten" der freiliegenden Rohre unbedeutend. Hierbei mufs man davon ausgehen, dafs für die Rohrleitung zwei feste Punkte anzunehmen sind: am unteren Ende die Maschinenanlage, am oberen Ende das Einlafsbauwerk. Besitzt nun die Rohrleitung zwischen diesen beiden Punkten wagerechte Knicke und Bogen, und sind lange gerade Strecken vermieden, so sieht man meistens die Nachgiebigkeit dieser Knickstellen als ausreichende Beweglichkeit an. Ist aber die Rohrstrecke geradlinig, so liegen die Verhältnisse anders, wie dies z. B. die zwei Werke zu beiden Seiten der Ulefos-Staustufe zeigen. Beide Werke haben geradlinige Rohrstrecken; solange Wasser im Rohr fliefst, bemerkt man beiderseits keine Schäden. Sobald aber die Rohre einmal entleert werden, nimmt das Eisen die Wärme der Luft an und ändert seine Länge erheblich. Nun hat das Werk am linken Ufer (vgl. Text-Abb. im folgenden Abschnitt III unter 2) ein hölzernes Einlafsbauwerk, welches infolge seiner Elasticität die


Abb. 14. Rohrversteifung.

Bewegung des Rohres ohne Nachtheil ermöglicht; dieser Werth der Holzconstruction ist sehr bemerkenswerth. Dagegen ist bei dem Werk am rechten Ufer eine steinerne Fassung des oberen Rohrendes ausgeführt; diese kann bei Leerstehen des Rohres nur dadurch gegen Rissebildung geschützt werden, dafs man das Rohr dauernd mit Wasser begiefst.

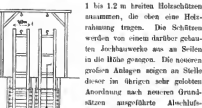
Diese beiden grofsen Rohre besitzen keine Ausgleicheinrichtungen; solche kommen aber bei längeren geraden Strecken häufig vor, und zwar meistens als Stopfbüchse; in seltenen Fällen hat man bei grofsen Rohrweiten auch Feder-Ausgleichvorrichtungen gemäfs Text-Abb. 12 ausgeführt.

Als **Verschlüsse** im Zuge der weiten Rohre werden Drosselklappen verwandt, und zwar in einfacher Anordnung etwa nach Text-Abb. 13. Auf vollkommene Dichtigkeit derselben verzichtet man für gewöhnlich zum Vortheil der Einfachheit.

Um die grofsen Rohre, die verhältnifsmäfsig dünne Wände besitzen, gegen Abplattung zu sichern, legt man in Abständen von etwa 3 bis 4 m mit 1 bis 2 cm Spielraum Winkelringe um das Rohr herum und befestigt diese im Interesse der Beweglichkeit gemäfs Text-Abb. 14. Die Rohre in Ulefos besitzen aufserdem wagerechte Verankerungsstangen. Neben den schmiedeeisernen Druckleitungen kommen ausnahmsweise und nur bei kleinen Rohrweiten gufseiserne und hölzerne Druckrohre vor (letztere z. B. beim Trollhättanfall).

Bei den jüngeren Entwürfen von norwegischen Wasserkraftanlagen kommen als Druckleitungen häufig **Stollen** oder **Tunnel** im Gebirgsmassiv, mit oder ohne Auskleidung, in Anwendung. Es ist zu erwarten, dafs bei demnächstigen Ausführungen die Eisenrohre gegen die Drucktunnel zurücktreten werden. Für die Verwendung der Felstunnel an Stelle der Eisenrohre sprechen manche Punkte.

Bei der Ausrüstung der Wasserzuleitung kommt in Betracht, dafs in Norwegen das Wasser sehr rein, und die Sinkstoffbildung nicht grofs ist. Daher sind die bezüglichen Einrichtungen bei den weniger neuen Anlagen sehr einfach hergestellt. Das obere Ende der Leitung, beim Stauwerk, ist in der Regel als Einlafsbauwerk ausgebildet und besitzt einen in Holz gebauten Abschlufs aus Zugschützen, deren Bauart eine Eigenthümlichkeit des norwegischen Wasserkraftwesens ist. Die Text-Abb. 15 zeigt ein Beispiel eines solchen Abschlusses; dieser setzt sich aus mehreren etwa 1 bis 1.2 m breiten Holzschützen zusammen, die oben eine Holzrahmung tragen. Die Schützen werden von einem darüber gebauten Jochbauwerke aus an Seilen in die Höhe gezogen. Die neueren grofsen Anlagen zeigen an Stelle dieser im übrigen sehr gelobten Anordnung nach neueren Grundsätzen ausgeführte Abschlufswerke.


Abb. 15. Norwegischer Schützenabschlufs.

Die Zuleitung erhält bei ihrem oberen Ende an einem oder an mehreren geeigneten Punkten einen Grobrechen, der in einfachster Form aus senkrechten neben einander gestellten Rundhölzern besteht.

e) Die Kraftmaschinen. Wasserräder sind in Norwegen sehr selten; es kommen fast nur Turbinen vor. Die Anordnung derselben zeigt grofse Mannigfaltigkeit; jedoch wiederholt sich meistens die Form der Kapselturbine, indem sich das Gehäuse der Turbine an das Eisenrohr anschliefst. Ebenso regelmäfsig ist die Ausrüstung der Turbinen mit Saugrohr, da nur bei Verwendung eines solchen bei den stark schwankenden Unterwasserspiegeln das Gefälle bis zum Unterwasser ausgenutzt werden kann. Selbstthätige Regelung ist bis in die neueste Zeit hinein wenig in Anwendung gekommen.

Norwegen besitzt mehrere bedeutende Turbinenfabriken. Jedoch werden auch von deutschen und schweizerischen Firmen Turbinen nach Norwegen geliefert. Bei den bisherigen Betrieben, insbesondere den Holzschleifereien, wird vielfach die zu grofse Empfindlichkeit der ausländischen Turbinen hervorgehoben.

Für den Ausbau der früher erwähnten sehr hohen Gefälle dürfte in Frage gezogen werden können, ob man nicht statt der Turbinen Wassersäulenmaschinen anwenden soll.

Im vorstehenden sind die unmittelbaren technischen Zubehöre der norwegischen Wasserkraftausnutzung im allgemeinen besprochen worden. Im Anschlufs hieran sind noch einige technische Gebiete zu erwähnen, die mit dem norwegischen Wasserkraftwesen in engem Zusammenhang stehen.

f) Der Ausgleich der Wassermangen. Es ist bereits, namentlich in Abschnitt I, eingehend besprochen und durch Zahlen belegt worden, dafs infolge der natürlichen Verhältnisse Norwegens auch der natürliche Ausgleich der Wassermengen sich sehr günstig gestaltet.

Aber es ist in vielen Fällen mit sehr geringen Kosten möglich, diesen Ausgleich durch künstliche Mittel erheblich zu verbessern, indem man die noch vorhandenen Fluthmassen zurückhält zur Abgabe während der trockenen Zeit (Winter). Hierzu ist es erforderlich, einen entsprechend grofsen Speicherraum durch technische Mafsnahmen herzustellen. In unseren fertigen Gebirgsthälern ist diese Herstellung nur dadurch möglich, dafs wir mittels eines verhältnifsmäfsig theueren Staudammes einen künstlichen See schaffen an einer Stelle, wo vorher trockenes Land war. Das Vorhandensein der norwegischen Stafenseen erleichtert aber die Herstellung eines künstlichen Speicherraumes aufserordentlich, wie dies viele Beispiele zeigen. Die Schaffung künstlicher Stauräume mittels der vorhandenen Seen kann in verschiedener Art geschehen:

Tunnel

Abb. 16.

Staudamm

Abb. 17.

Staudamm

Tunnel

Abb. 18.
Seeregelung.

1. Durch Herstellung eines in gröfserer Tiefe in den Seeraum einmündenden Tunnels zur Ausnutzung des in natürlicher Form todten Raumes: diese Form setzt voraus, dafs der See tief ist, und dafs sich unterhalb ein Wasserfall oder steile Fliefsstrecke anschliefst (Text-Abb. 16).

2. Durch Aufdämmung der Ueberlaufkante, hierbei kommt zu statten, dafs die Ueberlaufstelle gegenüber den Mafsen der Seefläche in der Regel sehr eng ist (Text-Abb. 17).

3. Durch gleichzeitige Anwendung von 1. und 2. (Text-Abb. 18).

Ein Beispiel zu 1. ist die Regulirung des Sees Mjösvand, der im Skienflufsgebiet etwa 10 km oberhalb des 245 m hohen Rjukanfos mit + 889 m Spiegelhöhe ausmündet und rund 1600 qkm Niederschlagsgebiet hinter sich hat. In 5 m Tiefe unter dem natürlichen Seespiegel ist ein Tunnel durchgebrochen. Da der See 40,8 qkm Fläche besitzt, so ist hiermit ein Nutzraum von rund 200 Millionen cbm Inhalt geschaffen. Die ganze Arbeit hat nur 120000 Kronen gekostet, wobei 1 cbm Sprengarbeit mit 12 Kronen berechnet wurde (bei etwa 3 bis 5 m lichter Weite).

Ein Beispiel zu 2. ist die Aufdämmung des Sönerensees; dieser liegt mit + 118 m Spiegelhöhe im Flusse Simoa im Drammenflufs-Gebiet, ist 8,08 qkm grofs und hat rund 600 qkm Niederschlagsgebiet hinter sich. Die beiden unterhalb liegenden Kraftwerke, darunter das deutsche (Meifsener) Blaufarbwerk Modum, haben den See durch ein 2 m hohes und etwa 20 m langes Nadelwehr (Abb. 15 bis 20 Bl. 51) aufhöhen lassen und auf diese Art einen Nutzraum von etwa 17 Millionen cbm geschaffen. Die ganze Anlage hat nur 25000 Kronen gekostet. Das Werk Modum hat hiervon 8000 Kronen gezahlt und sich einen Kraftgewinn von 1000 PS gesichert (entsprechend einer Vermehrung der Wassermenge um 3 cbm/sec bei dem Nutzgefälle von 33 m).

Das hervorragendste Beispiel zu 2. liegt beim See Mjösen im Glommengebiet vor. Dieser gröfste See in Süd-Norwegen liegt auf + 123 m, hat 360 qkm Fläche und hinter sich 16200 qkm Flufsgebiet. Der Mjösen, an welchem gröfsere Städte liegen, ist bei seinem Auslauf von alters her durch ein Nadelwehr aufgehöht, um Fahrtiefe zu schaffen für die auf dem See zwischen den Städten verkehrenden Dampfer. Da aber die inzwischen am Seeufer entstandenen Eisenbahnlinien den Schiffsverkehr vielleicht entbehrlich erscheinen lassen, so ist neuerdings der Plan entstanden, von der dauernden Hebung abzusehen und die obersten 3 m (in der Wehrhöhe) als Regulirungsraum zu bewirthschaften. Dieser Nutzraum hat einen Inhalt von 1100 Millionen cbm, also z. B. etwa 100 mal so viel, wie das Staubecken der Gileppe. Mit Hülfe dieses Stauraumes von 1100 Millionen cbm wird das Niedrigwasser des Glommen im Unterlauf, welches gegenwärtig bis 100 bis 120 cbm/sec sinken kann, auf etwa 300 cbm/sec gehoben. Diese Hebung bedeutet aber für die im Unterlauf vorhandenen, in Ausführung begriffenen und noch möglichen Kraftwerke einen Gewinn von mehreren 100000 PS.

Ein kleines Beispiel zu 2. ist der Damm Svartediget bei Bergen, der zwei kleine Seen für das Trinkwasserwerk der Stadt Bergen aufstaut. Dieser Damm ist aus Stein hergestellt; nur auf der dem Wasser zugekehrten Seite ist die etwa 8 m hohe Mauer auf 1 m Dicke in Mörtel ausgeführt, die übrige Masse ist trocken versetzt. Eine ebensolche Staumauer besteht bei Kristiansund N. (Text-Abb. 10).

Aufserdem giebt es noch manche Beispiele einfacher Art. So kommen Sperrdämme vor, die aus dicken Steinsätzen mit dazwischen gefüllter breiter Torflage (zur Dichtung) bestehen, auch Steinsätze, die auf der Wasserseite zur Dichtung

eine Betonlage mit schützendem Holzbelag erhalten haben. Es handelt sich aber immer nur um geringe Höhen. (An dieser Stelle sei auf das oben unter c. über Standämme Gesagte verwiesen.)

Als Beispiel für den Erfolg, den man durch künstlichen Ausgleich in Norwegen erreichen kann, sei der durch Kristiania fliefsende Akersflufs erwähnt. Dieser hat nur 204 qkm Flufsgebiet, darunter 13 qkm Seefläche. Der höchste Punkt des Gebietes liegt auf + 672 m über Meeresspiegel. Durch Ausbau der vorhandenen Seen und mit Hülfe eines vollkommenen Nachrichtendienstes hat man erreicht, dafs die Wassermenge in der Stadt Kristiania nicht kleiner als 5 und nicht gröfser als $5^1/_2$ cbm sec wird.

Aus dem sichtbaren Wasser des Akersflusses nimmt weiter aufwärts die Stadt Kristiania ihr Trinkwasser. Für die Trinkwasserversorgung und gleichzeitig für den Betrieb der Akers-Triebwerke wird aber das Wasser des Akersflusses demnächst zu klein sein. Daher ist der Plan entstanden, Wasser aus benachbarten, z. Th. sehr hoch gelegenen Niederschlagsgebieten mittels Tunnel durch die Wasserscheiden in das Akersgebiet hineinzuführen; die Möglichkeit dieser Ueberleitung ist infolge der geologischen Verhältnisse vorhanden. Das überzuleitende Wasser wird nun in seinem eigenen Gebiet zuerst ausgeglichen; hierzu werden in letzterem Ausgleichräume unter Benutzung der vorhandenen Seen hergestellt. Es stehen vier Nachbargebiete mit bezw. 12,8, 11,7, 20,9 und 35,3 qkm zur Wahl, in denen Stauräume von bezw. 7,3, 6,67, 11,91 und 17,64 Millionen cbm herzustellen sind. Die Herstellung derselben erfolgt in verschiedenster Art und zwar so, dafs die obigen drei Verfahren sämtlich zur Anwendung gelangen. Die Wände der in Betracht kommenden Seen bestehen zum Theil aus Moräne.

g) Die Schiffahrtscanäle. Die Beziehung des Wasserkraftwesens zu Schiffahrtscanälen bezw. canalisirten Wasserläufen tritt uns in Norwegen in besonderer Form entgegen. Diese Beziehung ist im allgemeinen in der jüngeren Zeit viel besprochen worden in dem Sinne, dafs man möglichst in jedem Falle die Staustufe des Schiffahrtsweges auch zur Kraftgewinnung verwerthen solle. Die Erreichung dieser Absicht ist in den bei uns vorkommenden Fällen mit grofsen Schwierigkeiten verbunden, welche den norwegischen Möglichkeiten im wesentlichen fehlen.

Eine der angedeuteten Schwierigkeiten besteht bei unseren canalisirten Flüssen darin, dafs bei Hochwasser das Arbeitsgefälle ein nicht mehr verwendbares kleines Mafs annimmt. Die Staustufen der norwegischen Canäle haben aber einerseits grofse Gefällhöhen, anderseits sind sie entweder natürliche Stufen (z. B. Scotsfos), oder bei künstlicher Stauung wird das Stauwerk bei H. W. nicht beseitigt (z. B. Vrangfos). Das Zusammenwirken dieser Umstände hat zur Folge, dafs das Arbeitsgefälle bei H. W. sich zwar vermindert, aber doch nur um ein im Vergleich geringes Mafs.

Eine zweite Schwierigkeit könnte dadurch entstehen, dafs das Niedrigwasser für gleichzeitigen Kraft- und Schiffahrtsbetrieb zu klein ist. Wenn wirklich diese Schwierigkeit in Norwegen bestehen würde, so wäre es gemäfs dem Früheren nicht schwer, mit geringen Kosten bedeutende Vergröfserungen des Niedrigwassers zu erreichen. Die trockene Zeit fällt in Norwegen in den Winter; in dieser Zeit ist

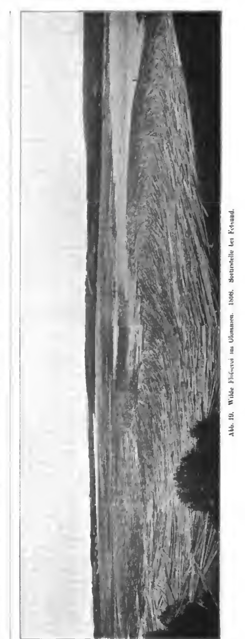


Abb. 19. Wilde Flöfserei im Glommen. 1896. Sortirstelle bei Fetsund.

der Schiffahrtsverkehr ohnehin nur gering, sodafs also auch aus diesem Grunde dann für das Kraftwerk eine Einschränkung nicht erforderlich ist. Hiernach ist in Norwegen die Vereinigung eines Kraftwerkes mit einer Schiffahrtsstaustufe der Regel nach einerseits angängig, anderseits sehr wirthschaftlich. Im Einzelfall wird das Kraftwerk kaum geringere Bedeutung besitzen, als der Schiffahrtsbetrieb, sodafs unter Umständen die Kraftausnutzung der Staustufen vielleicht das bedeutendere Moment der Wirthschaftlichkeit ausmachen dürfte.

Der bedeutendste Schiffahrtscanal Norwegens ist der Bandak-Skien-Canal, dessen Kraftwerke später noch genauer besprochen werden sollen (vgl. folgenden Abschnitt III unter 2). Hier sei erwähnt, dafs bei den drei unteren der vorhandenen acht Staustufen, nämlich bei Skien, Löveid und Ulefos, gleichzeitig Wasserkraft- und Schiffahrtsbetrieb eingerichtet ist; der Wasserkraftbetrieb ist bei diesen drei von Natur aus schon vorhandenen Stufen zuerst eingerichtet gewesen. Ein wichtiger Wirthschaftsfactor des Canals wird die aufserordentlich bequem zu erreichende Wasserkraftausnutzung bei der Staustufe Vrangfos sein, welche 23 m Gefällhöhe besitzt. Die Kraftgewinnung konnte bis jetzt noch nicht ausgeführt werden, da die Rechtsverhältnisse noch der Entscheidung warten.

Ein anderer norwegischer Stufencanal ist der schon ältere Dalslandcanal bei Frederikshald. Betreffend die Kraftgewinnung bei der Trollhättanstaustufe sei auf den folgenden Abschnitt III unter 6 verwiesen.

h) Die Flöfserei. Die Interessen der Flöfserei treten an jedes einigermafsen bedeutende norwegische Wasserkraftwerk heran. Flöfserei wird fast in allen Wasserläufen Norwegens betrieben, insbesondere in Süd-Norwegen. Die Form des Flöfsereibetriebes hängt namentlich von dem Charakter der Stufenthäler ab. In diesen kommen vor:

1. Fliefsstrecken mit starkem, einigermafsen stetigem Gefälle,
2. eigentliche Wasserfälle.
3. Stufenseen.

Von Haus aus betreibt man in Norwegen wilde Flöfserei, indem man die Einzelhölzer durch das Wasser ohne Aufsicht thalabwärts führen läfst. Dies gilt aber zunächst nur für die stetigeren Flufsstrecken. Treffen die Hölzer unterwegs einen See an, so fehlt wegen der kleinen Fliefsgeschwindigkeit oft der genügende Antrieb. In Fällen dieser Art treten stellenweise kleine Schleppdampfer in Dienst. Wie die Text-Abb. 19 zeigt, können in den Seen grofse Anhäufungen von Hölzern entstehen. Kommen die einzelnen Wildhölzer beim Oberwasser eines Wasserfalles an, so entsteht die Frage: soll man die Hölzer über den Wasserfall frei weg schiefsen lassen, oder nicht. Das freie Hinüberschiefsen beschädigt wegen des festen Felsuntergrundes die Hölzer sehr leicht; daher wird es meistens nur unter günstigen Verhältnissen zugelassen, insbesondere dann, wenn die Fallhöhe nicht zu grofs ist; jedoch stürzen auch über den 38 m hohen Haugsfos die Hölzer frei hinunter. In solchen Fällen mufs das Stauwehr des etwaigen Kraftwerkes, das auf der Oberkante des Wasserfalles zu stehen pflegt, geeignet gebaut und gegen das Anrennen der Hölzer genügend geschützt sein. Die Saugwirkung des Wassers führt die Hölzer in der Regel von selbst den richtigen Weg; dennoch werden hölzerne schwimmende Leitwerke erforderlich, in einfachster Form an einander gekettete einzelne schwere Balken. Die Leitwerke sind dann besonders wichtig, wenn, wie z. B. beim Mörkfos (vgl. die Text-Abb. im folgenden Abschnitt III unter 3), das Stauwerk ein Nadelwehr ist, und dieses Nadelwehr theilweise aufgestellt gehalten wird. Der Absturzboden der Wehre ist dem Anprall der Hölzer besonders stark ausgesetzt.

Sollen nun die Hölzer über den Wasserfall nicht hinunter stürzen, so ist eine Flofsrinne herzustellen, in der die einzelnen Hölzer mit sehr grofser Geschwindigkeit hinunter geführt werden. In diesen Fällen werden die Hölzer beim Oberwasser mittels eines schwimmenden Leitwerkes gesammelt und gegebenenfalls sortirt und für den Bedarf der zunächstgelegenen Werke herausgenommen. Die weiterzuführenden Hölzer werden von einem Wärter in die Flofsrinne hineingelenkt.

Die Flofsrinnen sind meist in Holz gebaut mit etwa 1 bis 2 m Breite; sie werden sehr steil angelegt. Eine bemerkenswerthe Rinne ist u. a. diejenige, welche den 66 m hohen Tistedalsfos (bei Frederikshald) überwindet.



Abb. 20. Flofszerlegemaschine beim Sarpsfos.

Im Zuge des Bandak-Skien-Canals werden die Hölzer zu tief gehenden Flöfsen zusammengebunden und in dieser Form durch die Schleusen hinunter geführt.

Hervorragend interessant ist der Flöfsereibetrieb auf dem Unterlauf des Flusses Glommen (vgl. Abb. 3 u. 4 Bl. 52). Die beim oberen Ende des Sees Oeieren (+ 100 m) ankommenden Hölzer werden in gröfseren Scharen vereint an das untere Ende des Sees geschleppt. Von hier ab überläfst man die Hölzer sich selbst; sie stürzen die etwa 20 km lange Wasserfallreihe hinunter bis zum Unterwasser des Vamafos. Hier beginnt, bis zum Sarpsfos reichend, eine etwa 30 km lange nahezu wagerechte seeartige Flufsstrecke. Am oberen Ende dieser Strecke liegt die wichtige Betriebsstation Förholmen. Hier finden wir gewissermafsen einen schwimmenden Verschubbahnhof für die Hölzer; durch schwimmende Leitwerke sind Sortirbuchten hergestellt, in welchen die an Firmenzeichen zu erkennenden Hölzer nach „Richtungen“ verschoben werden. Die Hölzer gleicher „Richtung“ werden nun mit interessanten Sondermaschinen zu Flöfsen von oft 10 bis 20 Lagen in je wenigen Minuten zusammengestellt; alsdann werden die Flöfse durch Dampfer flufsabwärts zum Oberwasser des Sarpsfos geschleppt. Hier gelangen am linken Ufer die Flöfse in eine durch Leitwerke gekennzeichnete und

gegen die Saugwirkung des Sarpsfos geschützte Fahrstraße und werden nun einer ebenfalls sehr interessanten Maschine zugeführt, die durch Druck die Flöße in kürzester Zeit wieder zerlegt (Text-Abb. 20). Jetzt werden die einzelnen Hölzer in eine Flofsrinne geleitet, durch welche sie am Sarpsfos vorbei in dessen Unterwasser gelangen. Etwas weiter unterhalb liegt wieder eine Betriebsstation, die die Hölzer gewissermaßen nach „Stationen" verschiebt und von neuem zu Flößen zusammenstellt. Von dieser Station aus werden dann die Flöße zu der etwa 15 bis 20 km entfernten Meeresküste nach Fredrikstad geführt, um hier verarbeitet oder verladen zu werden.

Es ist beabsichtigt, für die Umgehung des Sarpsfos eine längere Rinne anzulegen, als sie bis jetzt besteht. Diese Rinne soll über 3000 m lang werden und in Eisen hergestellt sein; sie führt die Hölzer sicher bis Sannesund. Die Kosten dieser Rinne, die einzig in ihrer Art dastehen dürfte, sind auf 650000 Kronen berechnet. (Schluß folgt.)

Von der canalisirten Fulda.

Vom Baurath Julius Greve in Cassel.

Eine ausführliche Beschreibung der Canalisirung der Fulda von Cassel bis Münden, verfaßt von dem Regierungs- und Baurath Volkmann und dem Wasserbauinspector Twiehaus, ist in dem Jahrgang 1899 dieser Zeitschrift Seite 401 bis 424 enthalten. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird auf diese Darstellung hingewiesen. Die Schiffbarmachung erfolgte in den Jahren 1893 bis 1895. Verschiedene Ergänzungsarbeiten wurden von der Neubauleitung noch in den Jahren 1895 bis 1897 zur Ausführung gebracht.

Es war naturgemäß, daß an einer neuen Wasserstraße in den ersten Betriebsjahren sich noch an manchen Stellen kleinere Mängel zeigten, für die Abhülfe geschaffen werden mußte. In den folgenden Mittheilungen soll über Arbeiten berichtet werden, die in den Jahren 1897 und 1898 zur Unterhaltung und zur Verbesserung der Schiffahrtsstraße zur Ausführung kamen, es soll ferner dargestellt werden, welche Versuche gemacht wurden, um Neuerungen und Verbesserungen sowohl an den Canalisirungswerken wie im Schiffahrtsbetriebe einzuführen. Dabei wird sich Gelegenheit finden, auch allgemeinere Fragen zu besprechen.

1. Flußbett, Fahrrinne und Ufer.

In dem vielfach gekrümmten Laufe der Fulda findet sich die stärkste Krümmung unterhalb Wilhelmshausens. Hier biegt der Strom nahezu rechtwinklig nach Süden ab, der Halbmesser des Bogens beträgt an dieser Stelle nur 150 m. Aehnliche Krümmungen finden sich fast in allen Haltungen. Anfangs war die Schiffahrt mit den 8 m breiten, 50 m langen Fahrzeugen in einigen dieser Krümmungen sehr erschwert. Es wurden aber bald Mittel und Wege gefunden, die Bögen auch bei starker Strömung fast ebenso gut fahrbar zu machen wie die geraden Strecken. Die Sohlenbreite der Fahrrinne in den Geraden beträgt 20 m, während sie in den Krümmungen angemessen vergrößert worden ist, und zwar auf 25 bis 30 m. Damit waren aber die Erschwerungen der Fahrt noch nicht behoben. Auffallend war die gute Fahrbarkeit der Krümmung unterhalb Wilhelmshausens auch bei starker Strömung. Diese Krümmung war noch von der Neubauleitung verbreitert und mit einem Uferdeckwerk auf der ausgebogenen Seite versehen worden. Durch sorgfältige Beobachtungen und Aufnahme von Querschnitten wurde festgestellt, daß die gute Fahrbarkeit ihre Ursachen darin hatte, daß das Flußbett in der Krümmung selbst weit und tief war, während es sich in der unterhalb anschließenden geraden Strecke verhältnißmäßig stark verengte. Infolge dessen lag die ganze Krümmung bei größerer Wasserführung im Stau der engeren geraden Strecke. Das Gefälle lag fast gänzlich in der Geraden. Nun ist der Schiffswiderstand in den geraden Strecken, wo nur das Vorderschiff von der Strömung getroffen wird, verhältnißmäßig gering; in scharfen Bögen dagegen, wo die Schiffe in Gierstellung fahren und außer dem Vorderschiff auch eine Längsseite von der Strömung getroffen wird, steigt der Widerstand stark. Daraus folgt, daß man, um eine Krümmung gut fahrbar zu machen, ihr einen so weiten und tiefen Querschnitt geben muß, daß die Stromgeschwindigkeit erheblich geringer wird, als in der anschließenden Geraden; dann kann man darauf rechnen, daß der Bogen ohne außergewöhnlichen Widerstand durchfahren werden kann.

Die Sohle der Fahrrinne war im unteren Theil der Haltungen 1,50 m unter den normalen Stau gelegt; in dem oberen Theile dagegen nur 1 m. Die zulässige Tauchtiefe der Schiffe war bei kleinem Wasser zu 0,85 m festgesetzt. Unter dem 8 m breiten Schiffsboden war demnach planmäßig nur 0,15 m Wasser vorhanden. Zur Anwendung dieses geringen Maßes hatten wohl Erfahrungen auf der Oberweser geführt. Ich habe dort folgende Beobachtungen gemacht. Nachdem in den Sommern 1897 und 1898 die Steine, die über die normale Sohle der Weser hervorragten, in sorgfältigster Weise beseitigt worden sind, nutzen die Schiffer die ganze vorhandene Wassertiefe aus. Bei dem klaren Wasser im vergangenen Herbst konnte ich feststellen, daß die Kähne an vielen Stellen zwischen Karlshafen und Münden unmittelbar über den Grund gefahren waren. Man sah deutlich die Stellen, wo die Schiffe den oberen dunklen Grund der Sohle abgeschoben hatten, der reine Kies leuchtete hell hervor. Der Boden der Weser wird also theilweise als Rutschbahn benutzt. Die Schiffer müssen sich dabei auf die Festigkeit der Böden ihrer Fahrzeuge verlassen. Das Schleifen der tief abgeladenen Schiffe über die Flußsohle ist eine Folge des Abfallens des Wassers, welches in der trockenen Jahreszeit sehr häufig durch das Zurückhalten des Zuflusses an den Mühlenwehren auf der oberen Fulda und der Werra eintritt. Nach diesen Erfahrungen konnte ein Spielraum von 0,15 m auf der Fulda ausreichend scheinen. Dieses Maß genügt aber nicht und zwar aus folgenden Gründen.

In der Weser sieht man bei klarem Wasser in den flachen Stellen die Sohle ganz rein und fast eben liegen.

Das Flufsbett ist zwar flach, doch mehr als doppelt so breit wie das der Fulda. Die Steine ragen nur kuppenförmig aus dem festen Grund hervor und sind dabei von dem treibenden Kiese und vom Eise glatt geschliffen. Alle lose aufliegenden Steine sind entfernt. Die Einwirkungen von Strömung, Eisgang und Schiffahrtsbetrieb bringen nur noch unwesentliche Veränderungen der Sohle hervor. — Ganz anders liegen die Verhältnisse auf der Fulda in einer frisch gebaggerten Schiffahrtsrinne von beschränkter Breite. In den kiesigen Strecken ist der Strom fortwährend in Thätigkeit, die wagerecht durchgebaggerte Sohle in ihrer Höhenlage zu verändern. Hier gräbt er sie tiefer, dort verflacht er sie. Bei starker Strömung kommt die ganze Sohle in Bewegung. Wenn man vom Kahn aus eine Stange auf den Boden stellt, hört man, wie der treibende Kies dagegen schlägt. Es gehen also fortwährend Veränderungen der Tiefe vor sich. Soll durch diese Vorgänge die Schiffahrt nicht behindert werden, so mufs unter dem Schiffsboden ein genügender Raum geschaffen werden, in dem Strömung und Sohle ihre Kämpfe ausfechten können. In steinigen Strecken liegen nach Beendigung der Baggerungen viele Steine im labilen Gleichgewicht, wie sie gerade die Baggereimer geschoben haben. Ein hohes Wasser genügt, um in solchen Strecken die Sohlenhöhe gänzlich zu verändern; ein Theil der Steine kippt auf, andere werden über einander geschoben. Der Boden der Fulda sieht in vielen Strecken wie ein Steinbruch aus, in dem frisch gesprengt wurde. Die Sohle wird aus Steinen jeder Gröfse gebildet, die wirr durcheinander liegen. Namentlich in Strecken mit starkem Gefälle hat die Strömung den Kies, der die Fugen ausfüllte und dadurch den Steinen einen gewissen Halt gab, ganz fortgerissen.

Man wird es verstehen, dafs unter diesen Umständen bei der geringen vorhandenen Wassertiefe unter dem Schiffsboden zur Erhaltung der richtigen Sohlentiefe fast ständig vier Zangenschiffe und zwei Dampfbagger in Thätigkeit sein mufsten. Trotzdem klagten die Schiffer fortwährend über Verflachungen. Es war bald die Erfahrung gemacht, dafs bei diesem Unterhaltungsbetriebe lediglich viel Geld ausgegeben wurde, ohne dauernde Erfolge zu erzielen. Die Tieferlegung der Sohle blieb der einzige Ausweg. Es ergab sich die Nothwendigkeit, die von der Neubauleitung begonnene Ausbaggerung der Fahrrinne fortzusetzen. Dazu führten auch noch andere Ueberlegungen. Infolge des Schiffahrtsbetriebes waren die Ufer, deren Rasendecke den Angriffen des Wellenschlages nicht standhalten konnte, auf lange Strecken stark beschädigt. Die Wellen höhlten das Ufer vollständig aus. Sobald dann Regen eintrat, begannen die Rutschungen. Auch solche Ufer, die anfangs standsicher zu sein schienen, gaben allmählich nach. Da diese Beschädigungen sich auf sehr langen Strecken bemerkbar machten, konnte man nicht daran denken, sie mit gekauften Steinen auszubauen. Dagegen lehrte die Beobachtung, dafs in denjenigen Strecken, wo von der Neubauleitung das grobe Baggergut an die Ufer gebracht war, diese allen Angriffen standhielten. Somit war also eine ganz vorzügliche Verwendung für die durch die Baggerungen zu gewinnenden Massen an grobem Kies, Gerölle und Steinen gegeben. Nur bei ganz flachen Ufern hat sich eine künstliche Befestigung als entbehrlich erwiesen. Im übrigen werden die Ufer auf der ganzen Strecke, soweit sie nicht abgepflastert oder steinig waren, mit Baggergut gründlich abgedeckt. In den Jahren 1897 und 1898 wurden 21000 m Ufer befestigt. Es bleiben für 1899 noch 8500 m auszubauen. Das Baggergut ist durchweg sehr grob und steinig. Einmal planmäfsig eingebaut, leistet es allen Angriffen Widerstand. Die Böschungen dieser Uferdeckungen stehen über Wasser zweifüfsig, unter Wasser vierfüfsig. Die Abb. 1 und 2 zeigen die Uferbefestigungen im Querschnitt. Die Abb. 2 stellt die Vorziehung des Ufer bis zur Streichlinie dar. Eine wagerechte Berme mufs dabei vermieden werden, weil sich die Schiffe bei höherem Wasser darauf festfahren würden. Bei dem Ausbau der Ufer wurde besonderer Werth auf die Erzielung möglichst schlanker und glatter Streichlinien gelegt. Dies war um so nothwendiger, weil der Strom vor

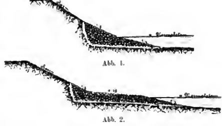

Abb. 1.

Abb. 2.

der Canalisirung nicht regulirt war. Die Ufer befanden sich daher zum Theil noch im Naturzustand, ohne regelrechten Ausbau und ohne Befestigung. Es ist jetzt dadurch eine sehr grofse Regelmäfsigkeit des Stromschlauches erzielt. Die im Jahre 1897 hergestellten Ufer sind schon zum Theil bewachsen. Irgend welche Unterhaltungskosten werden diese Ufer nicht mehr erfordern. Diese Arbeiten kommen im wesentlichen im Laufe des Jahres 1899 zum Abschlufs. Zur genauen Ausrichtung der Uferlinien wurden Rundeisenstangen von 2 bis 2,5 m Länge und 50 mm Stärke beschafft. Bei der Ausführung von Steinschüttungen als Fufs für Abpflasterungen werden diese Stangen in gegenseitigen Abständen von 2 m eingeschlagen. Die Steinnachen werden dann unmittelbar an die Stangen gelegt. Auf diese Weise wird die Steinschüttung genau in die richtige Lage gebracht.

Im Bette der Fulda lagen von alters her zahlreiche Aalwehre. Dies sind schräg durch den Flufs gelegte breite und hohe Steinschüttungen. Bei einzelnen beträgt der Inhalt über 1000 cbm. Bei der Durchbaggerung dieser Wehre wurden eigenthümliche Erfahrungen gemacht. In dem Wammersteiner Wehr hatte die Neubauleitung 1896 eine Rinne von 25 m Breite und 1,50 m Tiefe unter Normalstau hergestellt. Im Jahre 1897 war diese Rinne so sehr verflacht, dafs Schiffe mit 0,85 m Tiefgang gegen die Steine anstiefsen. Bei der grofsen Ausdehnung des Steinfeldes konnte man nicht daran denken, mit den Zangenschiffen einen wesentlichen Erfolg zu erzielen. Die Rinne wurde daher im Jahre 1897 zum zweiten Mal bis auf 1,50 m unter Normalstau durchgebaggert. Trotzdem klagten die Schiffer nach dem Hochwasser im Frühjahr 1898

wieder, dafs sie mit 1 m tiefgehenden Schiffen Steine spürten. Die Untersuchung ergab, dafs die Steine sich infolge der reifsenden Strömung bei Hochwasser in dieser engen Stelle wieder so weit verschoben hatten, dafs eine neue Baggerung nothwendig wurde. Nach den voraufgegangenen Mifserfolgen wurde im vergangenen Jahre gründlich eingegriffen. Die Sohle wurde bis auf 1,80 m Tiefe in einer Breite von 35 m ausgebaggert. Bei dieser letzten Baggerung wurden allein 500 cbm brauchbare Steine gewonnen. Nach dieser letzten Baggerung sind nachtheilige Veränderungen der Sohle nicht mehr eingetreten. — Die Verflachungen in solchen Strecken bilden sich in folgender Weise. Aus den engsten Stellen des Stromschlauches innerhalb der Steinschüttungen werden die Steine durch die Stofskraft der Strömung fortgeschleudert. Die Bewegung der Steine hört auf, sobald sie in einen so weiten Querschnitt kommen, dafs der Stofs des Wassers nicht mehr ausreichende Kraft hat, die Bewegung zu unterhalten, hier bleiben sie dann regellos liegen. Es genügt also nicht, in solchen steinigen Strecken für die Schiffahrt eine Rinne von der normalen Breite und Tiefe herzustellen, sondern man mufs, wenn man dauernd Verflachungen vermeiden will, dem Stromschlauch in solchen Strecken eine so grofse Weite und Tiefe geben, dafs sich so heftige Strömungen, die die steinige Sohle in Bewegung setzen, nicht mehr entwickeln können. Aehnliche Erfahrungen wurden auch bei anderen Aalwehren gemacht. Bei den in Krümmungen durch den Strom gelegten alten Steinschüttungen hielt sich die Schiffahrtsrinne besser als in den geraden Strecken. Es genügte, wenn die Schüttsteine von dem ausgebogenen Ufer fortgebaggert wurden. An dem anderen Ufer liegen sie nicht im Stromangriff, sie verändern daher ihre Lage weniger. Doch waren auch an solchen Stellen Nachbaggerungen nothwendig. Nach den bisher gemachten Erfahrungen ist es zweckmäfsig, bei der Herstellung der Schiffahrtsrinne in allen steinigen Strecken die Sohle um mindestens 0.30 m tiefer zu legen als bei den Baggerungen im kiesigen Untergrunde. Bei schneller Bergfahrt mit dem Schleppdampfer entsteht in flachen engen Strecken unter dem Schiffsboden eine heftige Strömung, die die losen Steine der Sohle durch Saug- und Druckwirkungen des Wassers ebenso in Bewegung setzt, wie der Stofs des Hochwassers. Diese mit dem Dampfbetrieb zusammenhängenden Einwirkungen sind die Ursache, dafs auch bei kleinerem Wasser Verflachungen der Schiffahrtsrinne eintreten. Auch die Bewegungen der Schleppketten, die die Schiffer zur Sicherung der Thalfahrt bei hohem Wasser auswerfen, geben Veranlassung zu Verschiebungen und zum Aufkanten der Steine. Zur Vermeidung unnöthiger Kosten dürfen die Vertiefungsarbeiten in steinigen Strecken nur bei kleinem Wasser ausgeführt werden. Dabei mufs neben dem Bagger ständig ein Zangenschiff in Thätigkeit sein, um die gröfseren Steine zu heben. Stärkere Strömung und höheres Wasser würden diese Arbeit unmöglich machen.

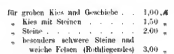
Die Schiffahrtsrinne mufs immer so gelegt werden, dafs sich bei höherem Wasser die stärkste Strömung hineinlegt; in geraden Strecken soll sie in der Mitte liegen, sodafs eine regelmäfsige Mulde entsteht; in Krümmungen mufs man sie dagegen nach dem ausgebogenen Ufer herüberlegen. Die Ablagerungen werden dann sehr gering sein. In solchen Strecken, wo die Ufer hoch liegen, wo also der Strom bei höherem Wasser zusammengehalten wird, bewirkt bei kiesigem Untergrunde die Strömung die Vertiefung der Sohle. Unterhalb der Schleuse bei Spieckershausen wurde durch Aufnahme von Querschnitten festgestellt, dafs in einem Jahre über 5000 cbm Kies abgetrieben waren. Diese und ähnliche Erfahrungen an anderen Stellen haben ergeben, dafs die Vertiefung der Fahrrinne in günstig gelegenen Strecken der Strömung überlassen werden kann, sobald man nur die festen Stellen, die den Kies wie Grundschwellen zurückhalten, durchbrochen hat. In den oberen vier Haltungen wurden daher nur die steinigen Strecken durchgebaggert. Die Strömung hat dann in den langen kiesigen Strecken eine weite und tiefe Fahrrinne geschaffen. In den unteren drei Haltungen ist dagegen die Sohle fast durchweg so fest, dafs sämtliche flachen Strecken durch Baggerung vertieft werden müssen. Die bei hohem Wasser für die Schiffahrt besonders schwierigen Stellen wurden durch Einschaltung eines Kraftmessers zwischen Schleppdampfer und Kahn ermittelt. In diesen Strecken wird durch Erweiterung des Querschnitts der Schiffswiderstand so weit vermindert, dafs auf der ganzen canalisirten Strecke bei hohem Wasser eine möglichste Gleichmäfsigkeit des Wasserstandes in den schwierigen Strecken erreicht wird.

Nach diesen Ausführungen komme ich zurück auf die Frage, welche Tiefe unter dem Schiffsboden nothwendig ist. Als für die Schiffahrt brauchbare, dauernd vorhandene Wassertiefe kann man nur die Tiefe unter dem hydrostatischen Stauspiegel rechnen. Der hydraulische Stau oder das Stromgefälle in den Haltungen sind mit Ausnahme der Zeit sehr reichlicher Wasserführung ganz unzuverlässige Gröfsen. Das Gefälle steigt vom Niedrigwasser bis zum höchsten schiffbaren Wasserstande von 0 bis 1,20 m. Anfangs als die Wasserstrafse noch neu war, konnte man auch noch im Sommer ein mäfsiges Gefälle feststellen. Dieses wird aber immer geringer, je mehr das Flufsbett durch die Strömungen und durch die Baggerungen vertieft und erweitert wird. Die geringe Druckhöhe ist fortwährenden Schwankungen unterworfen, je nachdem die durch die Haltung gehende Wassermenge gröfser oder geringer ist. Der Wechsel in der Wassermenge ist eine Folge des ungleichmäfsigen Ganges der oberhalb der canalisirten Flufsstrecke gelegenen Mühlen und der Bedienung der Nadelwehre. Um diese Schwankungen nachzuweisen, werden täglich die niedrigsten beobachteten Unterwasserstände in die Pegeltabellen eingetragen. Die Tauchtiefe der Schiffe auf der Fulda überschreitet in der Regel nicht 1,20 m. Die normale Sohle der Fahrrinne liegt in der Höhe der Unterdrempel, d. h. 1,50 m unter dem hydrostatischen Stau. Es ist demnach unter dem Schiffsboden 0,30 m Wassertiefe vorhanden. In den steinigen Strecken und in den Krümmungen wird dieses Mafs aus den oben angegebenen Gründen vergröfsert. Ausnahmsweise ist die Abladung der Schiffe bis auf 1,40 m Tiefe zulässig. Die Nadelwehre sind so gebaut, dafs man für die Durchfahrt von Schiffen dieses Tiefganges den Stau ohne weiteres um 0,20 m heben kann. Die Wassertiefe unter dem Schiffsboden bleibt demnach dieselbe.

Zu den Baggerungen stehen vier Dampfbagger zur Verfügung, drei fiscalische und ein Privatbagger. Von den

Staatsbaggern haben zwei je 14 PS.; der dritte, welcher ursprünglich für die Weser gebaut ist, hat 30 indicirte Pferdestärken. Bei den andauernden Arbeiten in sehr hartem Boden sind die Bagger allmählich so weit verstärkt worden, dafs mit ihnen selbst weiche gewachsene Sandsteinfelsen, wie sie in der ersten und letzten Haltung vorkommen, beseitigt werden können. Für die Arbeiten in besonders steinigen Strecken haben sich die kleinen Bagger vortheilhafter erwiesen, als der gröfsere. Gelangt der Bagger an einen grofsen fest gelagerten Stein, so bleibt die schwächere Maschine einfach stehen, während die stärkere weitergeht und dann leicht einen Bruch der Eimerkette, der Zahnräder oder der Wellen verursacht. Aus diesem Grunde erfordert der gröfsere Bagger verhältnifsmäfsig viel höhere Ausbesserungskosten. Nach diesen Erfahrungen wird der stärkere Bagger mehr in den leichter zu bearbeitenden Bodenarten beschäftigt. Die Leistungsfähigkeit der Bagger beträgt im groben Kies und Geschiebe für den grofsen etwa 700 cbm in der Woche, für die kleineren etwa 500 cbm. In steinigen Strecken sinkt die Leistung bis auf 200 und 150 cbm. Der Privatbagger wurde besonders zur Beseitigung der Versandungen und unterhalb der Nadelwehre und zur Erweiterung der Fahrrinne im Unterwasser der Schleusen verwandt. Der Unternehmer ist verpflichtet, das grobe Material nach Vorschrift in die Ufer einzubauen. Kies und Sand werden in Cassel als Bettungsmaterial für die Eisenbahn und zu Bauzwecken gebraucht. Mit den drei fiscalischen Baggern wurden in den Jahren 1897 und 1898 35000 cbm gebaggert. Der Preis stellte sich für 1 cbm durchschnittlich auf 1,70 *M*. Der Privatbagger leistete in beiden Jahren zusammen 20000 cbm. Im Jahre 1899 waren noch 32000 cbm zu baggern. Damit kommen die Arbeiten zur Vertiefung der Fulda bis auf die Drempeltiefe d. h. 1,50 unter dem hydrostatischen Stau und zur Erweiterung der Schiffahrtsrinne zum Abschlufs. Die ganze Räumung umfafst rund 105000 cbm, im Nachen gemessen. Die Sohle wird mit dem Peilrahmen, der auf die Drempeltiefe eingestellt wird, abgepeilt. Alle Steine, die der Rahmen berührt, werden entfernt. Zur Winterruhe werden die fiscalischen Bagger sämtlich Mitte December nach dem Hafen in Cassel gebracht. Die ständig beschäftigten Baggermeister, Maschinisten und Heizer haben dann in der Hafenschmiede sämtliche Wiederherstellungsarbeiten auszuführen. Nur für gröfsere Schmiedearbeiten wird ein Schmied zur Hülfe genommen. Die Ruhezeit dauert in der Regel bis zum Ablauf des Frühjahrshochwassers, Ende April oder Anfang Mai.

Die Beförderung des Baggerbodens nach den Ufern geschieht in Prähmen von 13 m Länge, 2,50 m Breite, 0,60 bis 0,70 m Tiefgang und 5 bis 6 cbm Ladefähigkeit. Die Prähme werden bei kurzen Entfernungen von den Arbeitern gezogen; bei gröfseren etwa bis 1 km wird ein Pferd vorgespannt. Für alle weiteren Beförderungen stellt sich das Schleppen mit dem Bereisungs-Motorboot (8 PS) billiger. — Die Kosten sind nach der Festigkeit des Bodens sehr verschieden; sie betragen für 1 cbm im Prahm gemessen (nach mehrfachen Feststellungen rund 2000 kg):



für groben Kies und Geschiebe	. .	1,00 *M*
„ Kies mit Steinen	. . . . .	1,50 „
„ Steine	. . . .	2,00 „
„ besonders schwere Steine und weiche Felsen (Rothliegendes)		3,00 „

Man kann rechnen, dafs bei flachen Baggerungen in steinigem Boden, weil die Eimer, um die Sohle herzustellen und die Steine heraus zu bringen, erheblich tiefer greifen müssen, für 1 cbm der Massenberechnung nach den Querschnitten 2 cbm (4000 kg) im Prahm gemessen gebaggert werden müssen. Bei grobem Kies und Geschieben ergiebt 1 cbm der Massenberechnung $1^{1}/_{3}$ cbm im Nachen. Bei weichen Felsen, wo die Baggereimer genau über die herzustellende Sohle gehen, ergiebt 1 cbm nach den Querschnitten berechnet ebenfalls $1^{1}/_{3}$ cbm im Nachen. Die Einheitspreise für den Kostenanschlag stellen sich demnach wie folgt:

für groben Kies und Geschiebe	. .	1,33 *M*
„ Kies mit Steinen	. . . . .	3,00 „
„ Steine	. . . .	4,00 „
„ besonders schwere Steine	. .	6,00 „
„ weiche Felsen	. . . . . .	4,00 „

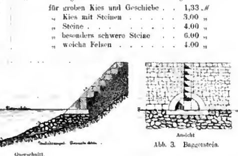


Abb. 3. Baggerstein.

In diesen Preisen ist inbegriffen: das Baggern, das Heben der Steine, die Beförderung auf 1 bis 2 km Entfernung, das planmäfsige Verbauen verbunden mit theilweisem Auskarren und endlich die Unterhaltung der Bagger und Fahrzeuge. Bei den Baggerungen werden aufser dem groben Kies und dem Geschiebe für die Ausfüllung der Ufer auch sämtliche Steine für den Uferbau und für die Befestigung der Wehrböden (Steine von 250 kg Mindestgewicht) gewonnen. Von dem Ankauf von Steinen, die für das cbm 4 bezw. 11 *M* kosten, konnte in den letzten Jahren ganz abgesehen werden.

Zur Vermeidung unnöthiger Ausgaben ist es nothwendig, dafs die mit der Ausführung der Arbeiten betrauten Beamten und Arbeiter (Wasserbauwarte, Baggermeister, Vorarbeiter) an jeder Arbeitsstelle auf die einfachste Weise die genaue Höhenlage der Sohle feststellen können. Dies geschah früher auf der Fulda in der Weise, dafs an dem nächsten Pegel die Wasserhöhe abgelesen und danach ein Baupegel an der Arbeitsstelle gesetzt wurde. Dieses Verfahren ist zeitraubend und unzuverlässig. Ohne Benutzung eines Nivellirinstrumentes kommen bei den schwankenden Wasserständen und bei dem wechselnden Gefälle leicht gröfsere Fehler vor. Um diese Messungen zu vereinfachen, wurden in allen Strecken, die Räumungsarbeiten erfordern, am linken Ufer in gegenseitigen Abständen von 200 m besondere Baggersteine (vgl. Abb. 3 und 9) gesetzt, im ganzen 46 Stück. Dies sind bearbeitete Werksteine von 0,30 × 0,30 m Grundfläche und 0,50 m Höhe. Sie stehen auf einem Betonbett; seitlich sind sie

mit kleinen Flügelmauern versehen. Bei Normalstau spielt das Wasser am Fufs des Steines ein. In derselben Haltung liegen die Oberflächen sämtlicher Steine in gleicher Höhe und zwar 0,50 m über dem hydrostatischen Stauspiegel. Die Schwankungen des Wasserstandes vollziehen sich während der Bauzeit fast stets innerhalb dieses Spielraumes von 0,50 m. Der Wasserbauwart giebt den Baggermeistern und Arbeitern an, wie tief die Sohle unter der Oberfläche der Baggersteine liegen soll. Dadurch sind alle Ungenauigkeiten, die durch das Schwanken des Wasserstandes herbeigeführt werden können, beseitigt. In den abgepflasterten Strecken ist über dem Stein eine 0,30 m breite Treppe angeordnet, um das Ufer zugänglich zu machen. Nach Ablauf des Frühjahrshochwassers erhalten sämtliche Steine, um sie deutlich sichtbar zu machen, einen 10 cm breiten rothen Ölfarbenanstrich.

Die Fulda gleicht jetzt bei kleinem Wasser vollständig einem grofsen Canal. Sie zeigt fast durchweg regelmäfsige Uferlinien. Die Strömung des Wassers ist auch in den engen Strecken sehr gering. Die Tiefe ist stets ausreichend. Zur Bezeichnung schlechter Stellen im Strombett lagen 1897 noch 217 Schwimmbäume aus. Die Zahl dieser Stellen hat seitdem so weit abgenommen, dafs jetzt 52 Schwimmer zur Bezeichnung des Fahrwassers genügen. Bei höherem Wasser war früher die Strömung in einzelnen Strecken so heftig und unregelmäfsig, dafs selbst das schlank gebaute Bereisungsboot die Bergfahrt aufgeben mufste. Jetzt sind bei hohem Wasser die Gefälle auf lange Strecken gleichmäfsig vertheilt. Berg- und Thalfahrt sind wesentlich erleichtert. Es kann auch bei hohen Wasserständen, so lange die Wehre aufgerichtet sind, noch mit Sicherheit gefahren werden.

Die Ablagerungen in der Schiffahrtsrinne sind bisher, soweit sie von der Fulda selbst herrührten, sehr gering gewesen. Dagegen warfen bei dem sehr plötzlich auftretenden Hochwasser vom 7. Mai 1898 die von den Bergen der Fulda zuströmenden Seitenbäche mächtige Schuttkegel in den Strom. Als das Hochwasser zurücktrat, lag vor jeder Bachmündung eine breite, halbinselförmig in den Strom vortretende Schuttmasse, bestehend aus grobem Geschiebe und aus Steinen jeder Gröfse bis zum Gewicht von 100 kg. Die auf diese Weise in erheblicher Menge angelieferten Steine wurden als Senk- und Pflastersteine benutzt. Die Schuttmassen wurden zunächst nur so weit beseitigt, als sie die Schiffahrt behinderten. Der Rest wird allmählich zum Uferbau verwandt.

2. Nadelwehre.

Die Nadellehnen liegen 0,45 m über dem normalen Oberwasserstande = 1,80 m an den Oberpegeln der Schleusen. Während einer Ausbesserung des Wehres bei Speele konnte der Stau des unterhalb gelegenen Wehres bei Wilhelmshausen bei hohem Unterwasser auf 2,30 m am Oberpegel, also 0,50 m über Normalstau gehalten werden. Auffallend gering bemessen ist die Breite des festen Wehrrückens zwischen den Spundwänden. Während der Unterbau auf dem Main ebenso wie an der Maas 8,35 m breit ist, hat er hier nur 5 m Breite. Das durch die Nadelöffnungen stürzende Wasser trifft zum Theil nicht mehr den festen Rücken, sondern die losen Steinschüttungen. Die ersten Schüttungen wurden von der Gewalt des Wassers fortgeschleudert, und auch die Nachschüttungen mit gröfseren Steinen hielten nicht stand. Erst als nach dem Vorbild der canalisirten Saar, wo man ähnliche Erfahrungen gemacht hatte, zur Decklage der Schüttungen ausschliefslich grofse Steine von 250 kg Mindestgewicht verwandt wurden, hörten die Auskolkungen auf. Diese schweren Steine wurden bei der Aufräumung des Flufsbettes gewonnen. Es giebt einige Strecken, in denen die Sohle fast nur aus solchen Blöcken besteht. Dabei kamen Steine bis zu 0,50 cbm Inhalt zur Versenkung. Die Breite der Schüttungen beträgt 6 bis 10 m (Abb. 4).

Die Nadeln sind von fischbauchförmiger Gestalt mit cylindrischem Handgriff. Der Preis betrug für die 3,49 m

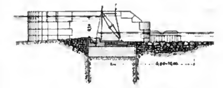


Abb. 4. Schnitt durch das Wehr bei Wilhelmshausen und Ansicht des Fischpafspfeilers.

langen Nadeln von 10 × 10 cm Stärke in der Mitte 3,40 ℳ, für die gröfseren 3,80 m langen und 10 × 11,5 cm starken 4,90 ℳ. Versuchsweise wurden im Jahre 1898 Nadeln von durchweg gleichem quadratischen Querschnitt von 9 × 9 und 10 × 10 cm Stärke eingeführt. Diese kosteten 1,45 bezw. 1,93 ℳ, waren also viel billiger. Für diese Preise wurden vierkantige glatt behobelte Hölzer von der angegebenen Länge ohne weitere Bearbeitung geliefert. Die Köpfe werden auf den Stauanlagen von den Schleusenmeistern und den ständigen Arbeitern hergestellt. Sie erhalten jetzt die am Main übliche Flaschenform. Vor der Verwendung werden die Nadeln mit Carbolineum-Avenarius getränkt. Die Erfahrungen mit den neuen Nadeln waren so günstig, dafs jetzt nur noch diese billige Form beschafft werden soll. Diese Nadeln sind an den drei unteren Wehren etwas schwerer als die fischbauchförmigen, das hat aber weiter keinen Nachtheil, weil sie das zulässige Gewicht noch lange nicht erreichen. Das Einheitsgewicht steigt nach längerer Verwendung bis auf 750.

Besonders bemerkenswerth ist, dafs mit den Nadelwehren auf der Fulda der Stau im Sommer bei sehr geringem Wasserzuflufs gehalten wird. Die geringste beobachtete Wassermenge (1893) beträgt etwa 3,5 cbm. Ich bin überzeugt, dafs man selbst, wenn dieser äufserste Fall wieder eintritt, den Stau ohne Schwierigkeiten wird halten können. Früher war man der Ansicht, dafs in Flüssen mit geringer Niedrigwassermenge die billigen und handlichen Nadelwehre nicht zulässig seien, weil wegen der Undichtheiten der Nadelwand der Stau im Sommer nicht zu halten sei. Diese Ansicht ist durch die Erfahrungen auf der Fulda, insbesondere an dem Nadelwehr bei Speele widerlegt. Das Abdichten der Wehre im Sommer erfolgt, nachdem die einzelnen Nadeln gründlich gereinigt sind, mit den bekannten Nadelrückern (vgl. Roloff, Centralblatt der Bauverwaltung 1897 S. 210). Diese werden in den Schlitz zwischen zwei Nadeln heruntergeführt. Durch Seitwärtswuchten werden die Nadeln so weit zusammen gerückt, dafs eine neue Nadel in dem aufgeweiteten Schlitz versetzt werden kann. Auf diese Weise lassen sich die Wehre nach Belieben abdichten. Asche oder andere Dichtungsmittel kommen nicht zur Verwendung.

Die Regelung des Staues wurde früher in der Weise ausgeführt, dafs stets möglichst genau der Normalstau, der auf 1,80 am Oberpegel der Schleusen liegt, gehalten wurde. Das erforderte aufserordentlich viele Nadelbewegungen. Aufser einem ständigen Arbeiter mufste für jedes Wehr noch ein Mann für die Nacht gehalten werden. In Speele waren aufser dem Schleusenmeister ständig zwei Mann am Tage und ein Mann in der Nacht beschäftigt. Sobald die fortschreitende Vertiefung des Flufsbettes es zuliefs, wurden die Schleusenmeister angewiesen, den Stau innerhalb der Grenzen von 1,70 bis 1,90 schwanken zu lassen. Der Erfolg war ein sehr guter; die Zahl der Nadelbewegungen konnte namentlich auf den drei oberen Wehren wesentlich beschränkt werden. Hierdurch wird viel an Arbeit und an Nadeln gespart; der Mann für die Nacht konnte auf sämtlichen Stauanlagen entlassen werden (jährliche Ersparnisse rund 5000 ℳ). Seitdem ist auf jeder Stauanlage aufser dem Schleusenmeister nur ein ständiger Arbeiter vorhanden, der das ganze Jahr hindurch beschäftigt wird. Damit er auch nachts stets zur Hand ist, wurde der auf jeder Stauanlage vorhandene Wachtraum zum Aufenthalt für diesen Arbeiter mit einem Bett, Tisch, Stuhl, Schrank, Kochvorrichtung und Lampe versehen. Auf diese Weise ist eine Doppelbesetzung jeder Stauanlage erreicht. Bei Urlaub, in Krankheitsfällen und bei Versetzung der Schleusenmeister ist stets ein mit den besonderen örtlichen Verhältnissen durchaus vertrauter Mann zur Stelle. Eine solche Sicherheitsmafsregel scheint bei einem Flusse nothwendig, der, mitten in den Bergen gelegen, oft ganz plötzlichen und nicht vorauszusehenden Anschwellungen ausgesetzt ist.

Eine weitere Sicherheitsvorkehrung bilden die selbstthätigen Pegel. Im Oberwasser jeder Schleuse arbeitet ein selbstzeichnender Pegel nach dem System Seibt-Fuefs. Dieser läfst in seinen Aufzeichnungen die Thätigkeit der Schleusenmeister in der Erhaltung des Staues erkennen. Sobald das Wasser die zulässige Grenze überschreitet, ertönt die Lärmglocke in der Schlafstube des Schleusenmeisters. Im Frühjahr 1898 trat unerwartet in der Nacht vom 7. zum 8. Mai eine starke Anschwellung ein. Sämtliche Schleusenmeister wurden durch die Pegel nachts zwischen 12 und 2 Uhr geweckt; bis morgens 9 Uhr waren die Wehre bereits umgelegt. Für jedes Wehr sind bestimmte möglichst nahe wohnende Stromarbeiter als Hülfsmannschaften in Nothfällen verpflichtet. Im Bedarfsfalle werden diese durch den ständigen Arbeiter herbeigeholt.

Das Hochwasser führt bei dem starken Gefälle stets grofse Massen von Sand und Kies mit sich. Da die Wehrböden zum Theil tiefer liegen als die Flufssohle unterhalb, so findet eine erhebliche Versandung der niedergelegten Wehre statt. Durch gründliche Aufräumung des Flufsbettes unterhalb der Wehre soll dieser Uebelstand beseitigt werden. Die Sohlenbreite der Fulda schwankt, von ausnahmsweise engen und weiten Querschnitten abgesehen, zwischen 20 und 35 m. Die Weite der Nadelwehre (Abb. 5) ist mit Rücksicht auf die Hochwasserabführung und die Länge der Nadelfelder auf 56,87 m festgesetzt. Unmittelbar unterhalb der Wehre beträgt die Sohlenbreite 76,67 m. Infolge dieser sehr reichlichen Weite finden hier bei Hochwasser stets Ablagerungen statt. Die Aufräumungen unterhalb der Wehre müssen daher von Zeit zu Zeit wiederholt werden.

Bei neuen Entwürfen für Nadelwehre dürfte es sich in der Regel empfehlen, den normalen Querschnitt des Stromes auch an der Wehrstelle durchzuführen, also die festen Rücken der einzelnen Oeffnungen der Höhenlage der Flufssohle möglichst anzupassen. Die Weite der tiefsten Oeffnung kann auf das mittlere Mafs der Sohlenbreite des Flusses unterhalb des Wehres, also auf die Breite der Schiffahrtsrinne beschränkt werden. Zwischen dem Querschnitt im Wehr und den Querschnitten der Flufsstrecke unterhalb der Schleuse mufs ein allmählicher Uebergang geschaffen werden, damit die bei plötzlichen Aenderungen auftretenden, für die Schiffahrt gefährlichen Strömungen vermieden werden. Unterhalb des Wehres ist die Flufsbreite in der Höhe des Niedrigwassers einzuengen. Dadurch wird die Versandung unterhalb der Schleuse vermieden. Eine weitere Folge dieser Einschnürung ist die Ermäfsigung der Strömung im Wehr bei hohem Wasser. Diese Anordnung findet sich bei verschiedenen Wehren der canalisirten Maas. An der Fulda wird unmittelbar unter den Wehren das Flufsbett in ganzer Breite bis zur

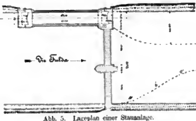


Abb. 5. Lageplan einer Stauanlage.

Tiefe des Wehrbodens aufgeräumt. 10 m abwärts vom Wehr beginnt dann die Einschnürung. Hier soll die etwas unter Niedrigwasser liegende Kiesbank nur bis zu der Linie *a b c* (Abb. 5) beseitigt werden.

Die Wasserführung ist im Sommer, wie bereits eben erwähnt wurde, sehr ungleichmäfsig. Zuweilen hat es den Anschein, als ob der Wasserzuflufs von oben ganz aufhörte, alle Wehre müssen dicht gemacht werden; dann kommt das künstlich zurückgehaltene Wasser fluthartig wieder an, die eben mit grofsem Arbeitsaufwand gedichteten Wehre müssen schleunigst wieder geöffnet werden. Die Regelung des Staues geschah bisher in der allgemein üblichen Weise durch Ausheben und Einsetzen von Nadeln. Dieses Verfahren hat folgende Nachtheile: 1. Beim Einsetzen werden viele Nadeln durch die plötzliche starke Beanspruchung beim Anschlag gegen den Wehrboden zerbrochen. Im Jahre 1898 wurden im ganzen 392 Nadeln verbraucht, davon brachen 286 beim Einsetzen zur Regelung des Staues; 2. Im Sommer, bei dicht gesetztem Wehr, wird durch das Herausnehmen der Nadeln der geschlossene Zusammenhang in der Nadelwand aufgehoben. Die Dichtung kann nur durch umständliches Zusammenrücken der Nadeln wieder hergestellt werden.

Nach verschiedenen Versuchen wurde eine neue Regelungsweise gefunden, durch die nicht nur obige Nachtheile vermieden, sondern auch die Bedienung der Nadelwehre wesentlich erleichtert und vereinfacht wird. In die Wehre werden besondere „ausrückbare Nadeln" (Abb. 6) eingesetzt; diese werden zur Regelung des Staues nicht ausgehoben und wieder eingesetzt, sondern nur aus- oder eingerückt, unter

Vermeidung jeden heftigen Anschlages und ohne Aufhebung des dichten Zusammenhanges in der Nadelwand. Ueberschreitet der Stau nach oben die zulässige Grenze, so werden die ausrückbaren Nadeln mit gekrümmten Hebeln, die sich gegen die obere Nadellehne stützen, aus der Nadelwand herausgerückt. Die Nadeln werden dabei um das zugeschärfte Fufsende, das (zwischen die Nachbarnadeln eingeklemmt) fest auf dem Wehrboden stehen bleibt, soweit gedreht, dafs sie aus der geneigten Lage fast in die senkrechte zu stehen kommen. Das Wasser fliefst dann durch die so

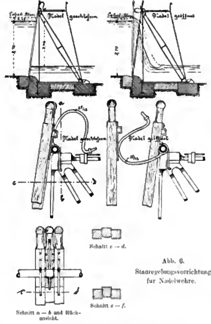


Abb. 6. Stauregelungsvorrichtung für Nadelwehre.

geöffneten Schlitze ab. Fällt das Wasser unter die zulässige Stauhöhe, so schliefst man die Schlitze wieder, indem man die Hebel zurücklegt. Der Wasserdruck prefst dann die Nadel wieder in den Schlitz hinein. Um das Hineinpressen zu erleichtern, erhält die Nadel einen etwas keilförmigen Querschnitt. Die Klauen des Hebels treten oben an der Nadellehne soweit in den Schlitz hinein, dafs die Nachbarnadeln nicht nach dem geöffneten Schlitz zusammenrücken können. Der geschlossene Zusammenhalt in der Nadelwand wird demnach beim Ausrücken einer Nadel nicht aufgehoben. Das Ende des Hebels ist in einen Dorn ausgeschmiedet. Soll eine Nadel geöffnet werden, so schiebt der Schleusenmeister ein zur Verlängerung des Hebelarmes und als Handgriff dienendes Gasrohr über den Dorn und legt dann den Hebel nach dem Oberwasser zu herum. Ein Mann kann in einer Minute 7 Nadeln öffnen und 30 Nadeln schliefsen. Mit dem Wegfall des Anschlages beim Einsetzen der Nadeln ist diese häufigste Ursache des Bruches der Nadeln beseitigt. Im Jahre 1898 wurde monatelang mit 80 solchen Hebelnadeln der Stau geregelt, dabei ist nicht ein einziger Bruch vorgekommen. Wie man sieht, fällt bei dieser Einrichtung das Ausheben und Wiedereinsetzen der Nadeln ganz fort. Die Wehrbrücken, die sonst theilweise mit den herausgehobenen Nadeln belegt werden müssen, bleiben stets für den Verkehr frei.

Anfangs war die Einrichtung nur gedacht zur Erleichterung der Bedienung der Wehre im Sommer. Sie hat sich aber auch bei den wechselnden Wasserständen in den übrigen Jahreszeiten als sehr zweckmäfsig erwiesen. Denkt man sich über ein Wehr 50 solche Nadeln in der Weise vertheilt, dafs auf jede Bockentfernung eine Nadel kommt, so gestaltet sich die Bedienung des Wehres bei wachsendem Wasser wie folgt: Zunächst werden nach und nach die 50 Nadeln geöffnet; wächst das Wasser weiter, so werden aus dem Wehr auf einmal 50 gewöhnliche Nadeln entfernt und dafür die 50 Hebelnadeln wieder geschlossen. Dann folgt wieder die allmähliche Oeffnung der letzteren. Es ist nun viel leichter und bequemer, auf einmal 50 Nadeln in einer Stunde aus dem Wehr zu nehmen, als in 10 Stunden je 5 Nadeln. Bei dem in der Regel bei wachsendem Wasser herrschenden schlechten Wetter kann man sich eine günstige Stunde aussuchen. Nimmt man die 50 Nadeln abends heraus, so braucht in der Nacht nur mit den Hebeln gearbeitet zu werden. Damit die ausrückbaren Nadeln ihre Standsicherheit im geöffneten Zustande nicht verlieren, bleiben auf jeder Seite dieser Nadeln zwei gewöhnliche Nadeln stehen. Beim Fallen des Wassers wird in folgender Weise gearbeitet. Statt wie bisher bei normalem Stau von Zeit zu Zeit einzelne Nadeln einzusetzen, erfolgt jetzt das Einsetzen der Nadeln gruppenweise. Sobald sich voraussehen läfst, dafs durch das allmähliche Schliefsen der Hebelnadeln der Stau nicht mehr zu halten ist, wird nach vorheriger Verständigung der benachbarten Schleusenmeister durch Zurückhalten des Wassers an dem oberhalb gelegenen Wehre und durch Oeffnung der Hebelnadeln der Stau um 30 cm gesenkt. Es werden dann auf einmal 30 bis 40 gewöhnliche Nadeln eingesetzt. Da der Wasserdruck durch die Stausenkung erheblich vermindert ist, wird der Bruch der Nadeln beim Einsetzen vermieden. Das Senken des Staues, das Einsetzen der Nadeln und das Wiederanstauen bis zur vorgeschriebenen Höhe dauert nur eine Stunde. Bei weiterem Fallen des Wassers wird dasselbe Verfahren wiederholt. Da in solchen Zeiten stets noch viel Wasser im Strom vorhanden ist, tritt infolge des hydraulischen Staues durch die Senkung des Oberwassers am Wehr eine unzulässige Verminderung der Wassertiefe in der Schifffahrtsrinne nicht ein. Nach dieser Darstellung wird das Verfahren vielleicht schwierig und umständlich erscheinen, das ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall, weil man mit Hülfe der Hebelnadeln den Ober- und Unterwasserstand an den Nadelwehren in ganz anderer Weise beherrschen kann, als dieses bisher möglich war. Wenn eine genügende Anzahl von Hebelnadeln (10 v. H.) im Wehr vorhanden ist, können sämtliche nach dem Ablauf des Hochwassers versetzte Nadeln im Wehr stehen bleiben bis zum nächsten Hochwasser oder bis zum Umlegen wegen Frost. Das Wehr ist also mit Ausnahme der kurzen Zeit des Anstieges und Ablaufes des Hochwassers stets voll besetzt, je nach dem Wasserzuflufs wird eine gröfsere oder geringere Anzahl Nadeln ausgerückt. Es ist anzunehmen, dafs die Nadeln, da sie ständig im Wasser bleiben, längere Haltbarkeit besitzen werden.

Ganz besondere Schwierigkeiten hat früher immer die Bedienung des Nadelwehres in Speele gemacht. An diesem Wehre wird die Wasserkraft durch zwei Turbinen mit einem durchschnittlichen gesamten Wasserverbrauch von 14 cbm/Sec. ausgenutzt. Zur besseren Kraftausnutzung wird das Nadelwehr bei kleinem Wasser möglichst dicht gemacht. Alles Wasser der Fulda fliefst dann durch die Turbinen. Neben diesen ist eine 2 m breite Freiarche vorhanden, die nur 3 cbm secundlich abführen kann. Nun kommt es jeden Tag, ja oft mehrmals an einem Tage vor, dafs die Turbinenschützen geschlossen werden müssen. Dann hört plötzlich der Wasserzuflufs nach der unteren Haltung auf. Die Freiarche kann die Turbinenöffnungen nicht ersetzen. Alsdann mufs schleunigst das Nadelwehr wieder geöffnet werden. Anderenfalls sinkt das Wasser in den unteren Haltungen so erheblich, dafs in Fahrt befindliche Schiffe zum Aufsitzen kommen würden. Nach kurzer Zeit werden die Turbinenschützen wieder geöffnet. Dann mufs sofort das Nadelwehr wieder dicht gemacht werden. Da also fortwährend auf dem Wehre gearbeitet werden mufste, brachen bei dem Einsetzen und Dichtrücken viele Nadeln. Um möglichst jeden Wasserverlust zu vermeiden, wurden bei Einführung der Hebelnadeln die Keilflächen derselben und die Flächen der Nachbarnadeln nach Schnitt $e-f$ (Abb. 6) ganz glatt behobelt. Im geschlossenen Zustande dringt fast kein Tropfen Wasser durch die Keilfugen. Wird die Nadel ausgerückt, so drängen die Nachbarnadeln etwas nach dem offenen Schlitz. Das Wasser spritzt dann aufser durch den Nadelschlitz auch noch durch die benachbarten Fugen. Sobald man aber die Hebelnadel von dem Wasserdruck wieder einschlagen läfst, verschwindet ganz plötzlich jeder Wasserdurchflufs. Die Nachbarnadeln werden also wieder dicht zusammengerückt. Der Wasserverlust durch die geschlossene Nadelwand ist sehr gering. Vom Unterwasser gesehen erscheint die ganze Wand trocken. Ich glaube nicht, dafs mehr als 100 Liter Wasser in der Secunde durch die Nadeln der 47 m weiten Wehröffnung verloren gehen. Die früher vorhandenen Schwierigkeiten bei der Wehrbedienung sind jetzt vollständig beseitigt. Die Erfahrungen in Speele liefern den Beweis, dafs es auch im trockensten Sommer möglich sein wird, den Stau auf der Fulda zu halten.

Die hier beschriebene Verbesserung der Nadelwehre hat nun noch eine weitere Bedeutung. Allgemein ist anerkannt, dafs Nadelwehre vor allen übrigen beweglichen Stauwerken wegen ihrer Einfachheit, Billigkeit und leichten Bedienung den Vorzug verdienen. Sie haben den grofsen Vortheil, dafs $^2/_3$ des Wasserdruckes unmittelbar auf den festen Wehrkörper übertragen werden. Bei Stauhöhen, die 3 m wesentlich übersteigen, hat man aber geglaubt, auf die Anwendung dieser Wehre verzichten zu müssen, weil dann die einzelne Nadel so schwer wird, dafs ein Mann die gewöhnliche Bedienung des Wehres, das Einsetzen und Ausheben der Nadeln, nicht mehr ausführen kann. (Der höchste Stau eines Nadelwehres beträgt meines Wissens 3,60 m. Dieses Mafs findet sich bei den 25 m weiten Schiffsdurchlässen der canalisirten Oder.) Bei Einführung der ausrückbaren Nadeln fällt diese Arbeit bei der gewöhnlichen Bedienung der Wehre ganz fort. Das Ausrücken der Nadeln mit den Hebeln ist bis 2,90 m Wasserdruck so leicht, dafs es auch bei einem Druck von 3,50 bis 4 m bei entsprechend verlängertem Hebelarme noch keine Schwierigkeiten machen wird. Bei Stauhöhen über 4 m kann man den Hebel durch eine Winde oder eine Presse ersetzen.

Bei grofsen Stauhöhen sind neben der tiefen Oeffnung noch Fluthöffnungen mit geringerer Stauhöhe vorhanden. Der gänzliche Auf- und Abbau des Wehres geschieht dann in folgender Weise. Zunächst werden in der tiefen Oeffnung die schweren Nadeln versetzt. Die ausrückbaren Nadeln werden geöffnet. Sämtliche Nadeln dieser Oeffnung können dann ohne wesentlichen Stau versetzt werden. Durch Versuche mit drei zusammengeschraubten Nadeln von 30 × 10 cm Querschnitt, 3,80 m Länge und 70 kg Gewicht wurde festgestellt, dafs das Versetzen und Wiederherausnehmen beim Auf- und Abbau des Wehres ohne Schwierigkeiten erfolgt. Inhalt und Gewicht dieser drei verbundenen Nadeln entsprechen einer Nadel von 5 m Länge und 15 × 15 cm Querschnitt. Nach dem Einsetzen der grofsen Nadeln werden die Fluthöffnungen besetzt. In umgekehrter Weise wird beim Abbau des Wehres gearbeitet. Bei diesen Arbeiten sind stets so viel Arbeitskräfte auf dem Wehre vorhanden, dafs das Mehrgewicht der einzelnen Nadel nicht von Belang ist. Bei der Erhöhung des Staues, beispielsweise von 3 auf 4 m, erreicht man den grofsen Vortheil, dafs die Strömung oberhalb des Wehres bei hohem Wasser vermindert und dadurch die Einfahrt in die Schleuse erleichtert wird; ferner liegen dann die Wehrbrücken 1 m höher. Man hat also bei schnell steigendem Wasser viel mehr Zeit bis zum Umlegen. Man kann mit dem Niederlegen der Böcke warten, bis das Hochwasser 1 m höher gestiegen ist. In den meisten Fällen wird dadurch das Umlegen gänzlich vermieden, weil das Hochwasser die zulässige Höhe nicht erreicht.

Für die Schiffahrt kann aus mannigfachen Gründen bei neuen Entwürfen die Verwendung grofser Stauhöhen zweckmäfsig sein, in der Regel wird sie auch für die landwirthschaftliche Nutzung des Flufsthales förderlich sein. Um die Austrocknung des Ufergeländes, eine Folge des Absinkens des Grundwassers im Sommer, zu verhüten, kommt es in vielen Fällen darauf an, den Stromschlauch möglichst mit Wasser gefüllt zu halten. Wenn ein Flufsthal ein Gefälle von 1 : 5000 hat, so spart man mit einem um 1 m höher gespannten Stau 5 km Bewässerungscanal. Unter Umständen kann eine Bewässerung nur durch höhere Aufspannung des Staues ermöglicht werden. Besonders vortheilhaft gestaltet sich die Erhöhung des Staues aber für die Kraftausnutzung. Während man bei grofsen Bauausführungen, namentlich beim Brückenbau, allgemein zum elektrischen Antrieb sämtlicher Arbeitsmaschinen von einem Kraftwerke aus übergegangen ist, sind derartige Einrichtungen bei der Ausführung von Flufscanalisirungen noch nicht getroffen. Bei neuen Anlagen wäre es zu empfehlen, einzelne Wehre mit möglichster Beschleunigung fertigzustellen und dann von diesen aus die Kraft für den Antrieb der Pumpen, Bagger, Krahne, Mörtel- und Betonwerke usw. elektrisch zu übertragen. Diese Arbeitsmaschinen eignen sich besonders für den elektrischen Antrieb, weil sie lange Zeit an derselben Stelle arbeiten. Störungen der Kraftlieferung durch Frost und Hochwasser sind unbedenklich, weil dann der Baubetrieb ruht.

Besondere Aufmerksamkeit beanspruchen die Nadelwehre im Winter. Die Wehre müssen stets möglichst lange stehen bleiben. Um bei Eintritt von Frost den richtigen Zeitpunkt

für das Niederlegen der Wehre zu erkennen, wird die Wasserwärme beobachtet. Erhebliche Kältegrade der Luft sind noch nicht bedenklich, so lange die Wasserwärme nicht unter + 0,5 ° C. fällt. Dies kann ja nach der Wärme des Wassers bei Eintritt des strengen Frostes rascher oder langsamer geschehen. Ist eine längere Zeit mit 0° oder mäfsiger Kälte bei bedecktem Himmel vorausgegangen, so kann die Abkühlung in einer Nacht mit scharfem Frost erfolgen. Ist dagegen das Wasser etwa 5° warm, und sind die Tage recht sonnig, so fällt auch bei erheblicher Kälte die Wasserwärme sehr langsam. Die Kälte in der zweiten Hälfte des Februar und im März ist nicht mehr so bedenklich, weil die Sonnenwärme am Tage die Wirkung einer Nacht mit starkem Frost beinahe wieder aufhebt. Die Fuldawehre konnten in dieser Jahreszeit bei andauerndem Frost (bis zu — 13 ° C.) stehen bleiben, weil die Wasserwärme nicht unter + 1,5 ° C. sank. Stets ist mit erheblicher Kälte ein rasches Sinken der Wassermenge im Flufs verbunden. Die Nadellücken müssen geschlossen werden. Bei bergwärts gerichtetem Winde wird das durch die Fugen spritzende Wasser gegen die Eisentheile der Wehrböcke geschleudert. Diese umhüllen sich dann ganz mit einem Eismantel. Sie werden so dick, dafs sie beim Niederlegen nicht mehr hinter der Wehrschwelle Platz finden. Ist nun die Wärme des Wassers bis auf + 0,5 ° C. gefallen, so darf mit dem Umlegen nicht mehr gezögert werden. Es erscheint dann oft ganz plötzlich ein arger Feind der Nadelwehre: das Grundeis. Dieses treibt gegen das Wehr und dichtet rasch alle Fugen in der Nadelwand. Das am Abflufs gehinderte Wasser steigt und strömt über die Wehrbrücken. Diese können nicht mehr begangen werden. Es entsteht dann die Gefahr, dafs das Wehr von dem antreibenden Eise beschädigt wird und dafs der Strom sich seitwärts ein neues Bett gräbt.

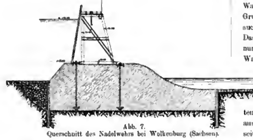


Abb. 7.
Querschnitt des Nadelwehrs bei Wolkenburg (Sachsen).

Beim Umlegen der Nadelwehre wegen Frost wird die Schiffahrt, gleichviel ob Schiffsdurchlässe in den Wehren vorhanden sind oder nicht, unterbrochen, weil die Wassermenge dann so gering ist, dafs sie die Schiffahrtsrinne im freien Strome nicht genügend füllt. Die Schiffe müssen nach sicheren Lagerplätzen gebracht werden. In gleicher Weise wird die Kraftausnutzung unterbrochen. Bei neuen Entwürfen für Nadelwehre wäre vielleicht zu erwägen, ob man nicht bei günstiger Lage der Wehre durch zweckentsprechenden Bau des Stauwerkes und durch Vorkehrungen zur gefahrlosen Ableitung des Eises die Störungen durch den Frost vermindern könnte. In der Mulde bei Wolkenburg (Sachsen) besteht seit dem Jahre 1894 ein zur Kraftausnutzung gebautes Nadelwehr, das im Winter auch bei Frost stehen bleibt. Die Abb. 7 zeigt den Querschnitt dieses Wehres. Die Nadelwehröffnung ist 30 m breit; daneben befindet sich eine 10 m weite Oeffnung, die mit Klappen von 0,50 m Höhe bis zum Stauspiegel geschlossen wird. Auf dem anderen Ufer zweigt der Turbinencanal ab. Die Wehrböcke sind gegen Eisstofs besonders widerstandsfähig aus Flacheisen und U-Eisen gebaut. Ihre gegenseitige Entfernung beträgt 1,50 m. Bei anhaltendem Froste ist gewöhnlich so wenig Wasser vorhanden, dafs seine ganze Menge nach den Turbinen abgeleitet werden kann. Das Grundeis wird durch eine zwischen den beiden Turbinenkammern angelegte Freiarche von 2,50 m Breite abgelassen. Ist mehr Wasser vorhanden, so geht dieses mit einem Theile des Grundeises über das Klappenwehr. Es wird möglichst versucht, das Eis oberhalb des Wehres zum Stehen zu bringen. Das gelingt auch leicht bei starkem Frost. Es fliefst dann nur ganz reines Wasser nach den Turbinen. Wenn das Wasser bei oberhalb des Wehres stehender Eisdecke trotz der Oeffnung des Klappenwehres hier und da einmal über die Nadeln weggeht, so bildet sich zwar viel Eis, aber bei eintretendem Thauwetter ist dieses, weil vollständig der Luft ausgesetzt, bald so mürbe, dafs es mit Leichtigkeit beseitigt werden kann. Würden die Wehrböcke im Unterwasser stehen, so könnte dieses nicht so leicht geschehen, weil sich dann eine Eisdecke zwischen den Böcken bildet. Das Umlegen des Wehres soll erst kurz vor dem eigentlichen Eisgang erfolgen. Erfahrungen in dieser Beziehung sind noch nicht gemacht, da seit dem Bestehen des Wehres ein schwerer Eisgang nicht eingetreten ist. Diese Wehranlage ist ein sehr bemerkenswerther Versuch; der nächste strenge Winter wird über ihre Zweckmäfsigkeit entscheiden. Weniger bedenklich erscheint der Versuch an dieser Stelle, weil aus der naheliegenden Fabrik jederzeit genügend Mannschaften herbeigeholt werden können, um das Wehr in kürzester Zeit abzubauen. Trotzdem ist es nicht ausgeschlossen, dafs bei plötzlich eintretendem Eisgang ein Theil der Nadeln und Böcke zerstört wird. Der Vortheil des ununterbrochenen Ganges der Turbinen im Winter ist aber für die Fabrik so grofs, dafs er leicht die Kosten etwaiger Wiederherstellungsarbeiten am Wehr aufwiegt.

In diesem Abschnitte habe ich nachgewiesen, dafs

1. Nadelwehre ohne Erschwerung der Bedienung beliebig dicht gemacht werden können;
2. diese Wehre auch für Stauhöhen, die 3 m wesentlich übersteigen, angewandt werden können;
3. die bei der Ausnutzung der Wasserkraft eines Nadelwehres entstehenden Schwierigkeiten für die Schiffahrt und für den Turbinenbetrieb sich wohl überwinden lassen.

(Schlufs folgt.)

Halle (Saale), Buchdruckerei des Waisenhauses

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
					Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung									
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn	Bauleitung	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit														
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
45500 — (Maschinen- u. Aufenthaltsraum, Anbau) — (innere Einrichtung) — (Abtritt) — (Nebenanlagen)	25630 1780 950 250 16700	56,0 89,0	7,1 12,4	6407,5 —	350 (eiserne Oefen)	12,6	320	22,9	350 (2 Hydranten)	175,0	—	Bankette Beton, darüber Bruchsteine	Vorderwand Eisenconstr., sonst wie bei Nr. 7	Ziegelrohbau bezw. gefugtes Ziegelfachwerk	Doppelpappdach	sichtbarer Dachverband	—	Freitragende eiserne Fachwerk-Dachbinder. Thore u. Fenster wie bei Nr. 9. Fufsboden Cementstampfbeton mit Cementestrich.
													Nebenanlagen: 4680 ℳ f. die Drehscheibe (12,55 m im Durchmesser), 1800 „ f. die Kohlenbanse mit Ladebühne, 1460 „ f. den Wasserstations-Brunnen und die Wasserkrahngrube, 3960 „ f. Gleisverbindungen, 4800 „ f. Wegeverlegungen, Terrainregul., Pflasterungen u. Entwässerung.					
32500 — (künstliche Gründung: Sandschüttung) — (Bauleitung)	21625 4710 450	39,7	5,4	5406,0	602 (Hohenzollern-Oefen)	18,0	332	22,1	252 (wie vor)	126,0	450 (1,7 %)	Bruchsteine	Vorderwand Eisenconstr., sonst Ziegel	Ziegelrohbau	Pappe	sichtbarer Dachverband	—	Fufsboden hochkant. Ziegelpflaster, sonst wie vor.
54000 — (Bauleitung)	40288 2700	57,6	7,6	6714,7	1118 (wie vor)	25,2	—	—	354 (3 Hydranten)	118,0	2700 (6,3 %)	Kalkbruchsteine	1 Seitenwand Ziegelfachwerk, sonst wie vor	„	„	„	—	Tiefe Gründung (Pfeiler mit Bögen), in Sp. 8 berücksichtigt, sonst wie bei Nr. 12.
50000 — (tiefe Gründung) — (Bauleitung)	32714 2686 1800	37,8	6,1	5452,3	4760 (Luftheizung)	87,9	174	12,4	857 (wie vor)	285,7	1800 (4,8 %)	Bruchsteine	Ziegel, 1 Seitenwand Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau bezw. gef. Ziegelfachwerk	Doppelpappdach	„	—	Tiefe Gründung: Pfeiler m. Bögen. — Dachbinder je 3 vereinigte Hänge- und Sprengwerke mit 2 Reihen Mittelstiele. Eis. Fenster. Fufsboden hochkantiges Ziegelpflaster auf Beton.
72000 — (tiefe Grundmauern)	68746 2954	54,8	7,3	8593,3	1087 (Hohenzollern-Oefen)	19,6	—	—	—	—	—	Sandbruchsteine	Vorderwand Eisenconstr., sonst wie vor	„	„	„	—	Eiserne Fachwerk-Dachbinder mit 1 Reihe gufseis. Säulen. Eiserne Fenster u. Thore. Fufsboden Granit-Kopfsteinpflaster.
78314 1943 (Werkmeisterbureau, Anbau) 1034 (Verbindungsgang u. alten Locomotivschuppen) 24089 (künstliche Gründung: Sandschüttung) 6620 (Nebenanlagen)	63462 1818 859 27725 2636	47,2 48,2 —	6,4 9,6 —	6346,2 — —	1750 (wie vor)	18,6	1200	80,0	1400 (5 Hydranten und 2 Hähne)	200,0	—	Ziegel	„	„	„	„	—	Hölzerner Dachstuhl mit Stielen. Fufsboden Asphalt auf Beton. Fenster und Thore wie vor.
														Nebenanlagen: 1397 ℳ f. Terrainregulirung, 1039 „ f. Gas-, Wasserzu- und -ableitung aufserhalb des Schuppens.				
thürme.																		
stehendem Wasserbehälter.																		
14800	11416 (ausschl. der Kosten des Wasserbehälters)	317,1	16,4	99,3	—	—	1971				—	Porphyr-Bruchsteine	Ziegel, Sockel Porphyr-Bruchsteine	Ziegelrohbau bezw. hammerrecht bearbeitete Porphyr-Bruchst.	Pappe	Tropfboden zwischen eisernen Trägern gew., sonst Balkendecken	schmiedeeis. Steigeleitern	Tiefe Grundmauern, in Sp. 8 berücksichtigt. — Schmiedeeiserne Fenster. Fufsboden des E. Sandsteinplatten, des Tropfbodens Asphaltestrich. — Am Fufse des Wasserbehälters ist der Unterbau mit einer auf gufseisernen Consolen ruhenden Galerie von Eichenholz versehen. Kosten des schmiedeeis. Wasserbehält. ohne Dach = 1736 ℳ
bautem Wasserbehälter.																		
16606 (einschl. der Kosten des Wasserbehälters) 5300 (maschin. Anlagen) 7350 (Nebenanlagen)	11835 5325 15969	232,1 (176,4	14,5 11,0	107,6 81,8) (ausschl. der Kosten des Wasserbehälters)	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Kopf Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau, Gesimse Sandstein, Kopf gefugtes Ziegelfachwerk	deutscher Schiefer auf Schalung und Pappe-Unterlage	Beton zwischen eisernen Trägern	Holz	Grundmauern wie bei Nr. 1. — Kosten des schmiedeeisernen Wasserbehälters = 2837 ℳ Nebenanlagen: 15922 ℳ f. d. 39 m tiefen Brunnen, 17 ℳ f. d. äufsere Rohrleit.
mitgetheilten Wasserthürmen ist der dem System Intze construirt.																		
29500 — (maschin. Anlagen) — (Nebenanlagen)	11650 2900 8360	549,5 (318,8	36,6 bezw. 21,2	233,0 134,9)	wie vor		—	—	328	—	—	Ziegel	Ziegel, Kopf Monier-Construction	Ziegelrohbau, Kopf geputzt	Zink	Tropfboden zw. eis. Trägern gewölbt	eiserne Wendeltreppe	Grundmauern wie bei Nr. 1. — Dachverb., Laterne (m. Jalousieren) u. Fenster von Schmiedeeisen. Fufsbod. im E. flachseitiges Ziegelpflaster. Kosten d. Wasserbehälters = 4803 ℳ
													Nebenanlagen: 2127 ℳ f. d. Brunnen, 1396 ℳ f. 2 Krahngruben u. ihre Entwässerung, 1700 „ f. 2 Wasserkrahne, 3137 „ f. äufsere Rohrleitungen usw.					

3

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschoß	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
4	Wasserthurm auf Bahnhof **Golssen**	Halle a. S. *(Berlin 12)*	95	96	entw. u. ausgef. von Stuertz	Kreisförmiger Grundriß (nach oben stark verjüngt).	31,4	—	10,8	—	E = 3,5 I = 1,6	4,66	—	339,1	100 (cbm nutzb. Inhalt d. Wasserbehält.)	11 000	11 000
5	Desgl. **Gütersloh**	Hannover *(Bielefeld)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Rugenberg	Desgl. (nach oben verjüngt).	36,5	—	13,9	—	E = 3,8 I = 3,8 II = 1,12	4,0	—	507,4	100 (wie vor)	—	11 222
6	Desgl. **Greiffenberg**	Breslau *(Görlitz 2)*	95	96	entw. bei d. früheren E.-B.-A. Görlitz, ausgef. von Backs	Wie vor.	36,8	—	14,2	—	E = 8,6 I = 1,5	3,96	—	519,7	100 (wie vor)	19 000	16 246
7	Desgl. **Maltsch**	Breslau *(Breslau 4)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Leschinsky	Desgl.	36,9	—	14,22	—	E = 7,4 I = 1,35	4,0	—	524,7	100 (wie vor)	15 000	14 288
8	Desgl. **Lübbenau**	Halle a. S. *(Berlin 13)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Schwedler	Wasserthurm nach obee stark verjungt.	38,5	—	13,7	—	E = 4,25 I = 3,0 II = 1,75	4,2	—	527,5	100 (wie vor)	35 000	30 361
9	Desgl. **Conz**	St. Johann-Saarbrucken *(Trier 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Sachse	Kreisförmiger Grundriß (nach oben verjüngt).	42,1	—	16,6	—	E = 3,6 I = 3,6 II = 2,5	5,0	—	698,9	200 (wie vor)	16 422	15 420
10	Desgl. **Bingerbrück**	Köln *(Coblenz)*	95	96	Normal-Entwurf, ausgef. von Benfer	Wie vor.	43,8	—	17,7	—	E = 4,4 I = 4,8 II = 1,5	5,0	—	775,3	200 (wie vor)	17 000	16 856
11	Desgl. **Königszelt**	Breslau *(Liegnitz 2)*	95	96	entw. bei d. früheren E.-B.-A. Breslau, ausgef. von Schoebner	Desgl.	48,3	—	16,3	—	E = 6,52 I = 1,97	5,8	—	787,8	200 (wie vor)	36 500	26 390
12	Desgl. **Braunschweig**	Magdeburg *(Braunschweig 2)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Paffen	Desgl.	59,0	—	24,9	—	E = 4,71 I = 4,71 II = 4,71 III = 2,12	6,1	1,0 *(für den im Innern befindlichen massiven Schornstein)*	1469,1	300 (wie vor)	36 500	27 115
13	Desgl. **Minden**	Hannover *(Minden)*	95	96	entw. u. ausgef. von Bäseler	Desgl. (nach oben stark verjungt).	63,2	—	15,1	—	E = 3,5 I = 3,5 II = 1,6	5,78	—	954,3	300 (wie vor)	21 400	21 250
14	Desgl. **Brockau**	Breslau *(Breslau 1)*	94	95	entw. u. ausgef. von Kressin	Desgl. (nach oben verjüngt).	67,9	—	18,4	—	E = 8,5 I = 1,9	5,73	—	1249,4	300 (wie vor)	30 400	24 700

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn								
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
11 000 (einschl. der Kosten des Wasserbehälters)	11 000	350,3	32,4	110,0	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel, Kopf Eisenfachw.	Ziegelrohbau bezw. Bretterbekleid.	Doppelpappdach	wie bei Nr. 2	schmiedeeiserne Steigeleitern	Laterne und Fufsboden wie vor.
—	11 222 (wie vor)	307,5	22,1	112,2	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Kopf Eisenger. m. Rabitz-Putz	wie bei Nr. 3	Pappe	Beton zwischen eisernen Trägern	eiserne Wendeltreppen	Dachverband u. Laterne wie bei Nr. 3. Fufsbod. im E. Beton. — Kosten d. Wasserbehält. nebst Zubehör u. Rohrleitung = 6686 ℳ.
19 000 (wie vor)	16 246	443,9	31,3	162,8	—	—	—	—	—	—	—	"	wie bei Nr. 3		Pappe auf Monier-Constr.	Tropfboden gewölbt zwischen eisernen Trägern	schmiedeeiserne Steigeleitern	Grundmauern wie bei Nr. 1. Fufsboden im E. hochkant. Klinkerpflaster, des Tropfbodens Cementestrich. — Kosten des Wasserbehälters nebst Zubehör und Rohrleitung = 7772 ℳ. Im übrigen wie bei Nr. 3.
15 000 (wie vor)	14 288	[illegible]	27,2	142,9	—	—	—	—	388	—	—	Granitbruchsteine	wie bei Nr. 3			wie vor	wie vor	Fufsboden im E. hochkant. Ziegelpflaster, des Tropfbodens Cementestr., sonst, von den Kosten d. Wasserbehälters abgesehen, wie bei Nr. 3.
11 797 (wie vor)	12 049	313,0	22,6	120,5	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel, unterstes Bankett Beton	wie bei Nr. 3		Monier-Dach	gewölbt zwisch. eis. Träg.	Holz	Dachverband und Laterne wie bei Nr. 3.
4 137 (Kesselhaus)	2 926	26,9	5,8	—														Maschinelle und Neben-Anlagen:
1 867 (Dampfschornstein)	1 802	80,1 (f. 1 m)	—	—											3554 ℳ	f. d. Dampfkessel mit Zubehör u. Einmauerung,		
15 854 (masch. u. Neben-Anl.)	12 937														2001 "	f. d. Dampfpumpe mit Fundament,		
1 345 (Gleisverlegung)	647														715 "	f. d. Pulsometer mit Grube,		
															2817 "	f. 2 Wasserkrahne mit Gruben,		
															1551 "	f. 2 Röhrenbrunnen,		
															1399 "	f. äufsere Rohrleitungen.		
16 422	15 420	366,3 (235,0)	22,1 bezw. 14,2	77,1 (49,5)	wie bei Nr. 2	—	—	—	422	—	—	Sandbruchsteine	Sandbruchsteine, Kopf Monier-Construct.	hammerrecht bearbeitete Sandbruchst., Kopf geputzt	Monier-Construction mit Asphaltbel.	Beton zwischen eisernen Trägern	eis. Wendeltr. bezw. Steigeleitern	Fufsboden im E. Cementbeton, im I. u. II. Cementestrich. Kosten d. Wasserbehälters 5527 ℳ. — Im übrigen wie bei Nr. 3.
17 000 — (tiefe Grundmauern)	15 840 1 016	361,6 (173,3)	20,4 bezw. 9,8	79,2 (38,0)	wie bei Nr. 2	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Kopf Eisengerippe m. Rabitz-Putz	Ziegelrohbau, Kopf geputzt	Pappe auf Rabitz-Putz	"	Holz- bezw. schmiedeeiserne Steigeleitern	Dachverband u. Laterne wie bei Nr. 3. Fufsböden Beton mit Cementestrich. — Kosten des Wasserbehälters = 8250 ℳ.
36 500 — (äufsere Rohrleitungen)	18 162 (einschl. der Kosten des Wasserbehälters) 8 237	376,0	23,1	90,8	123 (eiserner Ofen)	25,4	—	—	1463	—	—	Granitbruchsteine	wie bei Nr. 3		Pappe	gewölbt zwischen eisernen Trägern	schmiedeeiserne Steigeleitern	Sehr tiefe Grundmauern, in Sp. 8 berücksichtigt. Dachverband, Laterne u. Fenster wie bei Nr. 3. Fufsboden im E. hochk. Ziegelpflaster, d. Tropfbodens Cementestr.
36 500 — (einschl. Gründung Beton auf Pfahlrost)	24 080 3 035	408,1 (238,2)	16,4 bezw. 9,6	80,3 (46,8)	wie bei Nr. 2	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Sockel Bruchsteine, Kopf Bretterfachwerk	Ziegelrohbau, Sockel hammerrecht bearbeit. Bruchst., Kopf Bretterbekleid.	Schiefer auf Schalung und Pappe-Unterlage	Beton zwischen eisernen Trägern	eiserne Wendeltreppen bezw. Steigeleitern	Kosten des Wasserbehälters = 10028 ℳ.
21 400 (einschl. der Kosten des Wasserbehälters)	21 250	336,2	22,3	70,8	—	—	55	11,0	500	—	—	Ziegel	wie bei Nr. 10		Pappe	"	Sandst., freitragend	Dachverband und Laterne wie bei Nr. 3. Fufsböden Ziegelpflaster mit Cementestrich
30 400 (wie vor)	24 700	363,8	19,8	82,3	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Sockel Granit, Kopf Monier-Construct.	Ziegelrohbau, Sockel hammerrecht bearbeit. Granit, Kopf geputzt	Pappe auf Monier-Constr.	Monier-Gewölbe zwischen eisernen Trägern	schmiedeeiserne Steigeleitern	Tiefe Grundmauern, in Sp. 8 berücks. — Dachverb. u. Laterne wie bei Nr. 3. — Fufsboden im E. hochkantiges Ziegelpflaster.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
	V. Maschinen- und																
1	Maschinen- und Kesselhaus f. d. elektr. Beleucht. auf Bahnhof **Beuthen O. S.**	Kattowitz (*Beuthen O. S. 1*)	95	96	entw. bei der E.-D. Breslau, ausgef. von Eggebrecht		355,3	—	6,6	—	i. M. 6,34 (4,62)	(0,75)	—	2345,0	—	29 800	26 348
	VI. Gas-																
1	Fettgasanstalt auf Haupt-Personenbahnhof **Frankfurt a. M.**	Frankfurt a. M. (*Frankf. a. M. 1*)	96	96	entw. u. ausgef. von Schwarz	1 = Retorten-, 2 = Pumpen-, 3 = Condensator- und Reinigungs-Raum, 4 = Lagerraum der Samuelkessel.	185,3 *140,2* *45,1*	— — —	— *5,9* *5,1*	—	i. M. 5,75 (i. M. 5,1)	—	—	1057,3	—	31 450	32 717
	VII. Werkstätten- **A. Betriebs-**																
1	Betriebswerkstatt auf Bahnhof **Ratibor** (in Verbind. mit d. Locomotivschuppen)	Kattowitz (*Ratibor 1*)	96	96	entw. u. ausgef. von Korth	1 = Aufbewahrungsraum für Putzmaterialien.	270,2 *42,1* *170,5* *2,7* *54,9*	42,1 *42,1* — — —	— *7,35* *5,45* *4,5* *4,2*	2,8	i. M. 5,2 (3,3 i. M. 6,1)	(1,0)	(0,06) (für den Schornstein)	1481,4	—	13 800	11 586
2	Desgl. auf Verschubbahnh. **Brockau** (Anbau)	Breslau (*Breslau 1*)	96	96	entw. v. Prelle u. Jänisch, ausgef. von Kressin	1 = Wärmstube.	382,7	—	5,85	—	i. M. 5,3 (3,5)	(0,8)	—	2238,8	—	16 500	16 539
3	Desgl. auf Bahnhof **Cochem** (Anbau)	St. Johann-Saarbrücken (*Trier 3*)	95	96	entw. bei d. früh. E.-B.-A. Trier, ausgef. durch die E.-B.-I.		461,0 *78,5* *341,0* *61,5*	78,5 *78,5* — —	— *8,57* *6,7* *6,2*	3,0	i. M. 6,3 (3,4 i. M. 5,2)	(1,5)	—	3338,7	—	33 000	32 830
	B. Wagen- und Tender-																
4	Werkst. f. Wagen-Schnellreparaturen der Hauptwerkst. **Paderborn**	Cassel (*Paderborn 1*)	95	96	entw. bei d. E.-D. Münster, ausgef. von Dane		289,4	—	4,8	—	i. M. 4,9	—	—	1389,1	—	10 400	*11 380*
5	Tender-Reparaturwerkst. der Hauptwerkst. **Halberstadt** (Anbau)	Magdeburg (*Halberstadt 1*)	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. durch die E.-B.-I.	Rechteckige Grundrifsform, directe Einfahrtsgleise.	758,1	—	9,6	—	i. M. 9,1	—	—	7277,8	7 (Stände)	40 143	40 149
6	Wagen-Reparaturwerkst. der Hauptwerkst. **Gotha** (Anbau)	Erfurt (*Gotha 1*)	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. durch die E.-B.-I.	Mittlere Schiebebühne mit 10 bezw. 11 seitlichen Gleisen (vgl. bezügl. der Anordnung Tab. III, Nr. 5), stl, wmz.	4864,-	—	i. M. 7,0	—	i. M. 6,5	—	—	34053,8	—	228000	187215
	C. Wagen-Revi-																
7	Wagen-Revisions-Schuppen auf Bahnhof **Deutzerfeld**	Cöln (*Cöln 1*)	95	96	entw. v. Nöhre, ausgef. v. Selle	4 Längsgleise.	3823,7	—	6,38	—	i. M. 6,0	—	—	23936,4	—	131000	109659
	D. Holz-																
8	Holzschuppen der Hauptwerkstatt **Gleiwitz**	Kattowitz (*Gleiwitz 1*)	96	96	entw. v. Mettegang, ausgef. von Bussmann	E. u. ungedielte Balkenlage = lg.	1590,9	—	i. M. 6,05	—	i. M. 5,8	—	—	9624,9	rund 3070 (qm Lagerfläche)	50 000	33 009
	VIII. Magazine																
1	Betriebs-Mat.-Magazin auf Bahnhof **Ratibor**	Kattowitz (*Ratibor 1*)	96	96	entw. u. ausgef. von Korth	Im K: ök, 1 = Kellerrampe; E: sieh die Abbild., — 2 — af; 1 = lg.	279,3 *75,0* *204,3*	75,0 *75,0* —	— *10,0* *8,0*	3,5	E = 3,5 i. M. 1 = 3,8	—	—	2588,7	rund 445 (wie vor)	19 200	13 261

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Sp. 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung									
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M							
Kesselhäuser.																		
20 520 918 *(Kohlenbansenanbau)* 862 *(Kohlenschuppen)* 7 500 *(Dampfschornstein)*	18 190 1 273 1 885 5 000	51,2 178,5 *(f. 1 m)*	7,8	—	—	—	— *(elektrische Beleuchtung)*	—	—	—	—	Kalkbruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau, Plinthe Bruchsteine	Doppelpappdach	sichtbarer Dachverband, z. Th. Balkend.	—	Im Maschinen- und Kesselraum eis. Polonceau-Dachbinder und Fliesenbelag, letzterer auch im Accumulatorenraum, in d. Werkst. Holzfufsboden. — Höhe des Dampfschornsteins = 28 m.
anstalten.																		
12 509 16 350 *(masch. Einricht.)* 2 591 *(Nebenanlagen usw.)*	13 511 16 350 2 856	72,9	12,8	—	—	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine	Ziegel, Halle gufseis. Säulen	Ziegelrohbau mit Verblendst., Halle gufseis. Säulen	bombierten Wellblech	sichtb. Dachv., z. Th. Wellblechd. m. Lehmschl. auf eis. Trag.	—	Ueber dem Retortenraum durchgeh. eis. Dunstabzug mit Wellblechdach. Eiserne Fenster und Thüren. Nebenanlagen usw.: 278 M f. d. Umwehrung, 1110 „ f. Pflasterung, 730 „ f. d. Entwässerung, 738 „ f. d. Versetzen der Materialienschuppen.
Gebäude.																		
Werkstätten.																		
12 500 1 300 *(Abortgebäude und Pissoir)* — *(Bauleitung)*	10 189 1 097 300	37,7	6,8	—	70 *(eis. Regulir-Füllöfen)*	71,6	299	27,2	—	—	300 (2,6 %)	„	Ziegel	Ziegelrohbau	Pappe	K. gew., Flure, Bureau u. Uebernacht-Raum Balkend., sonst sichtb. Dachv.	—	Fufsboden in der Schlosserei und den Lagerräumen hochkantiges Ziegelpflaster, sonst Dielung.
16 500	16 539	43,2	7,4	—	1523 *(Dampfheizung)*	85,8	120 *(elektrische Glühlampen)*	30,0	458	152,7	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel, Innenwände Ziegelfachwerk	„	Doppelpappdach	sichtb. Dachvb., Diensträume Balkendecken	—	Eisern. Dachverband. Fufsboden in den Diensträumen kief. Dielung, sonst Holzklotzpflaster aus alten eich. Bahnschwellen hergestellt.
33 000	32 830	68,6	9,6	—	160 *(eis. Regulir-Füllöfen)*	76,2	370	16,1	480	28,2	—	Granwackenbruchsteine	Ziegel	„	Pappe	K. gew., Diensträume Balkend., a. sichtb. Dachv.	—	In der Dreherei hölzerner Dachstuhl mit 2 Reihen gufseis. Säulen und durchgeh. Oberlicht. Schmiedeeiserne Fenster.
Reparatur-Werkstätten.																		
10 400 — *(innere Einrichtung)* — *(Nebenanlagen)*	8 700 855 1 825	30,1	6,8	—	284 *(eis. Reg.-Füll- u. Locomotivdampföfen)*	23,0	654	20,4	109	21,8	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	„	„	Doppelpappdach	Dienstr. u. Magazin Balkend., a. sichtb. Dachverb.	—	In der Werkst. Dachbinder verein. Hänge- u. Sprengw., Fufsboden alte Eisenbahnschwellen, im Dienstraum und Magazin Dielung.
40 143 — *(innere Einrichtung)* — *(Nebenanlagen)*	39 091 868 250	51,8	5,4	5584,4	1556 *(Dampfheizung)*	27,4	480	22,9	310	28,2	—	„	„	„	„	sichtbarer Dachverband	—	Tiefe Grundmauern, in Sp. 8 berücks. — Eis. Dachbinder auf 2 Reihen eis. Säulen. Oberlichte. Gufseis. Fenster, schmiedeeiserne Thore.
228 000	187 245	38,6	5,6	—	15484 *(wie vor)*	60,0	2000	10,0	3898	299,8	—	Bruchsteine	Ziegel, Plinthe Bruchsteine	„	Pappe	„	—	Tiefe Gründung (Pfeiler mit Bogen), in Sp. 8 berücksichtigt. — Schmiedeeis. Dachb. u. Säulen, desgl. Fenster. Fufsb. Cementbeton.
sions-Schuppen.																		
131 000 — *(Wasserleitung aufserh. d. Schuppens)*	104659 5 000	27,8	4,4	—	— *(wie vor)*	—	—	—	1226	102,2	—	Ziegel	Fachwerk	Bretterbekleidung	„	„	Dachb. je 2 verein. Hänge- u. Sprengw. mit Mittelstiel. Oberlichte. — Fufsb. Basaltlava-Platten. — Die Kosten der Heizungsanl. sind in den Ausführungs-Kosten nicht enthalten.	
schuppen.																		
50 000	33 009	20,7	3,4	10,8	—	—	—	—	—	—	—	Kalkbruchsteine und Ziegel	Ziegelfachw., 2 Brandmauern Ziegel	gefugtes Ziegelfachwerk, Sockel Ziegelrohbau	Doppelpappdach	sichtb. Dachverband		Hölzerner Dachstuhl mit 2 Reihen Mittelstiele, letztere zugleich Unterzugsstützen der Balkenlage. — Fufsboden Kalkbeton.
(zweigeschossig).																		
19 200 — *(Bauleitung)*	12 961 300	46,4	5,0	29,1	99 *(eis. Regulir-Füllöfen)*	42,8	178	35,6	—	—	300 (2,3 %)	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Pappe	K. gew., E. Balkend. auf Unterz. u. eis. Säul., I. sichtb. Dachv.	Holz	Tiefe Grundmauern, in Sp. 8 berücks. — Holz. Dachst. auf Stielen. Fufsb. i. Geschäftsz. u. Dachgesch. Diel., sonst hochk. Ziegelpfl. — Die Kosten d. Wasserl. sind in den Ausführ.-Kosten nicht enth.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Massardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 9)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
2	Werkst.-Magazin d. Hauptwerkstatt **Gleiwitz**	Kattowitz *(Gleiwitz 1)*	95	96	entw. bei d. E.-D. Breslau, ausgef. von Bussmann	Im K: ök, lg für Putzwolle, Gummi, Leder, Säuren, Petroleum, Terpentin, Benzin und Spiritus; E: sieh die Abbild., — I = af; — I = th, lg, af.	371,9 *371,9* —	251,9 *229,5* *22,4*	— *11,1* *2,5*	2,5	E = 4,0 M I = 5,1	—	—	4184,1	rund 625 (qm Lagerfläche)	**44 640**	**36 729**
																IX. Dienst-	
																a) Eingeschos-	
1	Güterabfertigungs-Gebäude auf Bahnhof **Bocholt**	Münster *(Wesel 1)*	95	96	entw. u. ausgef. von Schmoll	Im K: afr; E: sieh d. Abb., I = Wellblechanb., Kellereingang.	127,5	127,5	6,2	2,5	I. M 4,2	—	—	790,5	—	**12 000**	**11 500**
																b) Zwei-, theilweise drei-	
2	Stations-Dienstgebäude usw. auf Verschubbahnhof **Brockau**	Breslau *(Breslau 1)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Kressin	E. und I: sieh die untere bezw. obere Abbildung; II = d.	149,2 *45,9* *4,0* *99,3*	— — — —	— *12,15* *11,25* *8,85*	—	E = 3,3 I = 3,9 II = 3,31	—	—	1481,5	—	**16 782**	**18 632**
																c) Viergeschos-	
3	Geschäftsgebäude der Eisenbahn-Direction in **Altona**	Altona	93	95	*) entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. v. Caesar	Im U: 4w, dr, Controle-Diensträume usw., Buchbinder- u. Tischler-Werkstatt. E: sieh die Abbildung, v_1 = Eintrittshalle im Untergeschofs, 1 = Geschäftszimmer für Militärangelegenheiten, 2 = zur Wohnung des Directions-Präsidenten gehörende Räume usw., 3 = Tresor, 4 = Geschäftszimmer des Rendanten, 5 = Zimmer eines techn. Hülfsarbeiters, 6 = Kanzlei, 7 = Geschäftsz. des Linien-Commissars, 8 = Prüfungszimmer; im I: Wohnung und Dienstzimmer des Directions-Präsidenten, Sitzungssaal, Zimmer für Decernenten und Hülfsarbeiter, Geschäftszimmer und Bibliothek; im II: Zimmer für Decernenten und Hülfsarbeiter sowie Geschäftszimmer.	3674,9 *255,5* *3399,5* *19,9*	— — — —	— *17,9* *15,9* *7,3*	—	U = 3,0 E = 4,3 I = 4,5 (6,2) II = 4,1 (4,1)	—		38770,6	—	**1500000**	**1381593**
																d) Vier-, theilweise fünf-	
4	Desgl. in **Berlin**	Berlin	91	95	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. v. Werner	Im U: 3w, dr nebst Räumen zur Lagerung von Drucksachen, Diensträume; E: sieh die Abbildung, v_1 = Eintrittshalle im Untergeschofs, 1 = Treppe zur Pförtnerwohnung, 2 = Acten-Aufzug, 3 = Tresor, im I: Sitzungssaal, Zimmer des Directions-Präsidenten und der Mehrzahl der Decernenten und Hülfsarbeiter, Berathungs- u. Prüfungszimmer, im übrigen Geschäftszimmer; im II. und III: Geschäftszimmer.	3633,1 *115,0* *1111,6* *383,3* *2023,5*	3516,1 *115,0* *1111,6* *266,3* *2023,5*	— *21,2* *19,95* *19,35* *16,38*	—	U = 3,5 (2,5) E = 4,0 (5,0) I = 4,3 II = 4,0 III = 3,8	—	0,15	65176,2	—	**1650000**	**1562324**

14					15						16	17							18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der							Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung								
	im ganzen	für 1			im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen		
		qm	cbm	Nutzeinheit															
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ								
44 640	36 729	98,[illegible]	8,8	—	203 (Kachelöfen)	126,2	—	—	—	—	—	Ziegel, z. Th. Bruchsteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	K. gew., E. Monierdecke auf eis. Trägern u. Säul., I. sichtb. Dachverband	Schmiedeeisen mit Eichenholzbelag		Hölzerner Dachverb. auf eis. Säulen. Fufsb. im K. hochk. Ziegelpflaster, im Lagerr. d. E. Asphalt auf Beton, im I. Monierplatten. — Die Kosten der Wasserl. sind in den Ausführ.-Kosten nicht enth.
gebäude.																			
sige Bauten.																			
12 000 — —	10 596 292 (Entwässerung) 610 (Verschiedenes)	83,1	13,4	—	94 (1 neuer eiserner Ofen, die übrigen Oefen sind alt)	47,0	232	21,3	—	—	—	Ziegel	„	„	Holzcement	K. gew., sonst verschalte und geputzte Dachsp.	—		Gründung auf 0,67 m starker Kiesbeton-Sohle. — Eis. Oberlicht. Fufsboden im K. Cementestrich, im Flur des E. Thonplatten, sonst tann. Dielung.
geschossige Bauten.																			
16 782 —	16 732 1 900 (innere Einrichtung)	112,1	11,3	—	640 (Kachelöfen)	116,0	—	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	E. Ziegel, sonst Ziegelfachwerk	Ziegelrohbau bezw. gefugtes Ziegelfachwerk	Cement-Falzziegel	E. gew., sonst Balkendecken	Holz		Die äufseren Fachwerkwände sind an der Innenseite mit Maxschen Gipsdielen auf Lattung und an der Wetterseite mit Schiefer bekleidet. — Fufsboden der Flure Asphaltestrich, der Materialienräume flachseitiges Ziegelpflaster, sonst Dielung.
sige Bauten.																			
1500000 — —	1006857 155 331 (innere Einrichtung u. Nebenanlagen) 129 405 (Bauleitung)	296,5	18,7	—	123110	323,0	27113 (elektrische Beleuchtung)	—	18037	108,0	129405 (9,4 %)	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblend- u. Formsteinen	Schiefer auf Schalung	theils gewölbte, theils Cementbeton-Decken	Haupttreppen Granit, theils auf Gewölben, theils freitragend. Nebentreppen Kunstsandstein		Fufsboden der Diensträume, Flure und Treppenpodeste Gipsestrich mit Linoleumbelag, in einigen bevorzugten Räumen Parkett-, Stab- u. Riemenfufsboden.
geschossige Bauten.																			
1350000 219000 81 000 —	1192838 198 519 (künstl. Gründung) { 21 380 (innere Einrichtung) 37 637 (Nebenanlagen) } 111 950 (Bauleitung)	328,3	18,8	—	118935 (für je eine Gebrauchsfähigkeit Warmwasser- bezw. Dampf-Niederdruck-Heizung, im Haupttreppenhause und in den angrenzenden Fluren Luftheizung, in den Dienstwohnungen Kachelöfen)	290,1	13200	31,4	13400	87,6	111950 (7,3 %)	Kalkbruchsteine	Ziegel, Innenwände vielfach Cementdielen und dergl.	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen, Thür- und Fenstereinfassungen, Gesimse u. Ziertheile der 3 Hauptfaçaden Sandstein, Sockel Granit	Ludovicische Falzziegel auf Lattung	theils gewölbte, theils Cementbeton- und Gipsgufs-Decken	Haupttreppe Granit auf Gewölben, Nebentreppen Kunstsandst., theils freitragend, theils auf eis. Trägern		Architektur deutsche Spätrenaissance. — Künstliche Gründung: Beton zwischen Spundwänden. — Fufsboden im wesentl. Gips-, in den Fluren Cementestrich mit Linoleumbelag, in letzteren z. Th. auch Terrazzo, im Untergeschofs hochk. Ziegelpflaster, nur in den Wohn- und Diensträumen Dielung. Von den Nebenanlagen kosteten die Pflasterungen 9300 ℳ, 375 m Umwehrungsmauer mit Eisengitter 21500 ℳ, die Gartenanlagen 4400 ℳ.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamt-rauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 und 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
													X. Dienstwohn- und Ueber-				
															A. Arbeiter-		
																a) Zweigeschos-	
1	2 Vierfamilienhäuser Nr. 1 u. 2 (zusammen), der Hauptwerkstatt **Oppum**	Köln *(Crefeld 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Weise	1 = E.	266,0 138,2 127,8	138,2 138,2 —	— 8,55 7,2	2,35	E = 3,1 I = 3,1	—	—	2101,6	8 (Wohnungen)	21 026	21 282
2	2 desgl. (zus.) auf Bahnhof **Speldorf**	Essen *(Duisburg 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Sigle u. Winkelsett	E wie eine Hälfte des Grundrisses Nr. 13c; I = E.	266,0 185,1 80,9	185,1 185,1 —	— 8,95 8,3	2,35	E = 3,1 I = 3,3	—	—	2328,1	8 (wie vor)	rund 25 900	25 900
3	12 desgl. (zus.) in der Arbeiter-Colonie der Hauptwerkstatt **Leinhausen**	Hannover *(Hannover 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Bremer	I = E.	1855,2 1795,2 60,0	1855,2 1795,2 60,0	— 8,46 7,12	2,02	E = 3,15 I = 3,02	0,27	—	15614,3	48 (wie vor)	165 600	158 105
4	2 Achtfamilienhäuser (zus.) auf Bahnhof **Waane**	Essen *(Essen 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Schäfer	E: wie Nr. 13c; I = E.	515,6 353,8 161,8	353,8 353,8 —	— 8,95 8,3	2,35	E = 3,3 I = 3,3	—	—	4509,4	16 (wie vor)	56 282	56 282
5	5 desgl. (zus.), je 1 auf Bahnhof **Oberhausen, Alstaden** und **Osterfeld**, 2 desgl. **Speldorf**	Essen *(Duisburg 1 und 2)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Sigle u. Winkelsett	Wie vor.	1289,0 884,5 404,5	884,5 884,5 —	— 8,95 8,3	2,35	E = 3,3 I = 3,3	—	—	11273,7	40 (wie vor)	129 415	129 415
6	Achtfamilienhaus der Hauptwerkstatt **Oppum**	Köln *(Crefeld 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Weise	E. wie der Doppelgrundrifs Nr. 1; — I = E.	259,0 134,6 124,4	134,6 134,6 —	— 8,55 7,2	2,35	E = 3,1 I = 3,1	—	—	2046,5	8 (wie vor)	19 925	20 218
																b) Zwei- bezw. drei	
7	7 Arbeiterwohnhäuser in der Beamten- u. Arb.-Colonie **Osterode**	Königsberg *(Allenstein 1)*	96	96	entw. v. Caspar, ausgef. von Fidelak	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	229 580	229 510
	a) 2 Achtfamilienhäuser (zusammen)					E: wie Nr. 11c; I = E	515,6 353,8 161,8	353,8 353,8 —	— 8,55 7,4	2,35	E = 3,1 I = 3,1	—	—	4222,0	16 (wie vor)	—	—
	b) 4 desgl. (zusammen)	—			—	E: wie Nr. 11, jedoch dienen die sämtlichen hinteren Räume als Kochstuben, die vorderen als Wohnzimmer usw.; I = E.	811,2 421,6 389,6	421,6 421,6 —	— 8,55 7,4	2,35	E = 3,1 I = 3,1	—	—	6487,7	32 (wie vor)	—	—
	c) Achtzehnfamilienhaus	—			—	I u. II = E. k = Kochstube.	300,1 155,9 144,2	155,9 155,9 —	— 11,05 10,5	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	3330,3	18 (wie vor)	—	—
	d) Nebenanl.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Bauleit. f. d. ganze Anlage	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																c) Dreigeschos-	
8	Sechsfamilienhaus a. Bahnhof **Laurahütte**	Kattowitz *(Beuthen 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Gunther	E: wie eine Hälfte des Grundrisses Nr. 12c; I u. II = E.	119,0 61,9 57,1	61,9 61,9 —	— 11,65 10,4	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	1314,9	6 (wie vor)	14 400	14 450
9	Desgl. **Tarnowitz**	Kattowitz *(Tarnowitz)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Barschdorff	Wie vor.	119,0 61,9 57,1	61,9 61,9 —	— 11,65 10,4	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	1314,9	6 (wie vor)	—	14 108
10	Zwölffamilienhaus a. Bahnhof **Dt.-Rasselwitz**	Kattowitz *(Ratibor 2)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Jungbann	I u. II = E.	177,6 92,3 85,3	92,3 92,3 —	— 11,65 10,47	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	1968,4	12 (wie vor)	24 000	19 919

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung	Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
	im ganzen	für 1			im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn								
		qm	cbm	Nutzeinheit														
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
nachtungs-Gebäude.																		
Wohnhäuser.																		
sige Bauten.																		
20 026 1 000 *(2 Abtrittsgebäude)*	20 282 1 000	76,2 87,0	9,6 27,7	2535,3 125,0 *(f. 1 Sitz)*	498 *(Oefen und Kochherde)*	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Pfannen auf Lattung	K. gew., sonst Balkendecken	im E. Werkst. freitr., Podeste z. Th. gew., im I. Holz	—
— — *(2 Abtrittsgebäude)* — *(Nebenanlagen)*	23 540 980 1 380	88,5 68,2	10,1 23,1	2942,5 122,5 *(wie vor)*	600	—	—	—	155	19,3	—	Bruchsteine u. Ziegel	"	"	"	"	Werkst. freitr., Podeste meist gewölbt	Nebenanlagen: 504 ℳ f. Aufhöhung des Geländes usw., 6389 " f. Strafsenanlagen und Beleuchtung,
— — *(12 Stall- und Abtrittsgebäude)* — *(Nebenanlagen)*	122964 20 052 15 089	66,3 60,5	7,9 12,7	2561,8 —	5568 *(Kachel-, eiserne Oefen und Kochherde)*	—	756				—	Ziegel	"	"	Holzcement	K. Beton-, sonst Balkendecken	Holz	840 " f. Entwässerung, 840 " f. 3 Brunnen mit Pumpen, 5940 " f. Einfriedigung, 576 " f. Anpflanzungen.
47 457 5 311 *(2 Stallgebäude)* 1 638 *(2 Abtrittsgebäude)* 1 876 *(Nebenanlagen)*	47 457 5 311 1 638 1 876	92,0 47,0 69,4	10,5 10,2 22,2	2966,0 — 102,4 *(f. 1 Sitz)*	1928 *(Oefen und Kochherde)*	89,5	—	—	283	35,7	—	"	"	"	Pfannen auf Lattung	K. gew., sonst Balkendecken	wie bei Nr. 2	Nebenanlagen: 188 ℳ f. Wasserleitung, 735 " f. Entwässerung, 238 " f. 2 Müllgruben, 715 " f. Einfriedigung.
117630 4 883 *(5 Abtrittsgebäude)* 6 900 *(Nebenanlagen)*	117630 4 885 6 900	91,8 83,1	10,4 26,5	2940,8 122,1 *(wie vor)*	3000	—	—	—	775	19,9	—	Bruchsteine u. Ziegel	"	"	"	"	"	—
19 100 825 *(Abtrittsgebäude)*	19 393 825	74,0 81,7	9,5 25,1	2424,1 103,1 *(wie vor)*	498 *(Oefen und Kochherde)*	—	—	—	—	—	—	Ziegel	"	"	"	"	wie bei Nr. 1	—
geschossige Bauten.																		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11230 *(4,9 %)*	—	—	—	—	—	im E. Sandst. freitragend, im I. Holz	—
46 196 7 458 *(2 Wirthschaftsgeb.)* 1 000 *(2 Backhäuser)*	46 150 7 606 1 058	89,4 38,3 40,4	10,9 — —	2884,4 — —	2240 *(Kachelöfen)*	164,8	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Pfannen auf Lattung	K. gew., sonst Balkendecken		Fufsboden in den Fluren des E. Cementestrich.
71 748 11 776 *(4 Wirthschaftsgeb.)* 2 078 *(2 Wasch- u. Backh.)*	71 392 11 992 1 910	88,0 38,1 39,0	11,0 — —	2231,0 — —	3360 *(wie vor)*	191,0	—	—	—	—	—	"	"	"	"	"	"	Wie vor.
35 979 6 397 *(Wirthschaftsgeb.)* 539 *(Waschhaus)* 1 539 *(Wasch- u. Backh.)*	35 892 6 518 560 1 372	119,6 37,6 45,5 37,7	10,8 — — —	1994,0 — — —	1890 *(wie vor)*	191,0	—	—	—	—	—	"	"	"	"	"	im E. u. I. Sandstein freitragend, im II. Holz	" Nebenanlagen: 480 ℳ f. 8 Müllgruben, 1500 " f. Terrainregulir., 2817 " f. Traufpflaster und Obstbäume,
33 640 11 230	32 830 11 230	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	—	3076 " f. Hofpflaster, 4115 " f. Einfriedigung, 8932 " f. 7 Brunnen, 11910 " f. Strafsenanlagen.
sige Bauten.																		
13 700 700 *(Abtrittsgebäude)*	13 750 700	115,8 71,7	10,9 —	2291,7 —	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Ziegelkronendach	K. gew., sonst Balkendecken	Gufscement (System Kapst) freitr., Podeste meist gew.	—
— — *(wie vor)* — *(Nebenanlagen)*	11 591 654 1 863	97,4 68,8	8,8 21,1	1931,8 109,0 *(f. 1 Sitz)*	225 *(eiserne Regulir-Füllöfen)*	79,1	—	—	266	44,3	—	Schlackensteine	"	"	Falzziegel auf Lattung	"	Eisen mit Holzbelag, Podeste wie vor	Fufsbod. im D. Gipsestrich. Nebenanlagen: 124 ℳ f. Einebnung, Bodenbefestig. usw., 297 " f. Einfriedigung, 1390 " f. Wasserzuleitung, 27 " f. 1 Müllgrube, 25 " f. Anpflanzungen.
— — *(Nebenanlagen)*	18 419 1 500	103,7	9,4	1535,0	—	—	—	—	—	—	—	Ziegel	"	"	"	"	—	—

1	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	9	9	10	11	12	13	13
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung von	bis	Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundriß nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche im Erdgeschoß qm	davon unterkellert qm	Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Bohlen-zuschl. Spalte 10 m	Höhen der einzelnen Geschosse a. des Kellers m	b. des Erdgeschosses usw. m	c. des Drempels m	Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschoß, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw. m	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8) cbm	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach dem Anschlage ℳ	der Ausführung ℳ
11	Zwölffamilienhaus auf Bahnhof **Tarnowitz**	Kattowitz *(Tarnowitz)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Barschdorff	I u. II = E.	202,8 *105,4* *97,4*	105,4 *105,4* —	— *11,65* *10,4*	2,85	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	2240,9	12 (Wohnungen)	—	21 470
12	3 Arbeiterwohnhäuser auf Bahnhof **Jarotschin**	Posen *(Ostrowo)*	96	96	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Walther	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68 680	66 455
	a) Sechsfamilienhaus	—				I u. II = E.	105,5 *54,8* *50,7*	54,8 *54,8* —	— *11,65* *10,3*	2,85	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	1160,6	6 (Wohnungen)	—	—
	b) Desgl.	—			—	E: wie eine Hälfte des Grundrisses Nr. 13 c; I u. II = E.	133,0 *92,5* *40,5*	92,5 *92,5* —	— *11,65* *10,3*	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	1494,8	6 (wie vor)	—	—
	c) Zwölffamilienhaus	—			—	I u. II = E.	229,9 *119,5* *110,4*	119,5 *119,5* —	— *11,65* *10,3*	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	2529,3	12 (wie vor)	—	—
	d) Nebengeb. u. Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Bauleit. f. d. ganze Anl.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	4 Arbeiterwohnhäuser auf Bahnhof **Posen**	Posen *(Posen 2)*	96	96	entw. im Minist. der öffentl. Arb., ausgef. von Plate	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	138 820	142220
	a) Sechsfamilienhaus	—				E: wie eine Hälfte des Grundrisses Nr. 13 c; I u. II = E.	133,0 *92,5* *40,5*	92,5 *92,5* —	— *11,65* *10,3*	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	1494,8	6 (Wohnungen)	—	—
	b) Zwölffamilienhaus	—			—	E: wie der Doppelgrundriß Nr. 12a: — I u. II = E.	202,8 *105,4* *97,4*	105,4 *105,4* —	— *11,65* *10,3*	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	2231,1	12 (wie vor)	—	—
	c) 2 Zwölffamilienhäuser (zusammen)	—			—	I u. II = E.	515,6 *353,6* *162,0*	353,6 *353,6* —	— *11,65* *10,3*	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	5788,0	24 (wie vor)	—	—
	d) Nebengeb. u. Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	e) Bauleit. f. d. ganze Anl.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
																B. Dienstwohngebäude	**a) Zweigeschos-**
14	Dienstwohngebäude auf Bahnhof **Glogau**	Breslau *(Glogau 1)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Lohmeyer	I = E; — im D: 4 ka.	121,8 *74,6* *47,2*	74,6 *74,6* —	— *10,55* *9,55*	2,3	E = 3,3 I = 3,3	0,9	1,05	1260,2	4 (Wohnungen)	21 500	16 932
15	Desgl. **Orzesche**	Kattowitz *(Gleiwitz 2)*	95	96	entw. bei d. E.-D. Breslau, ausgef. v. Winter	E: Im wesentlichen wie Nr. 8; I = E; — im D: 4 ka.	125,4 *103,2* *22,2*	103,2 *103,2* —	— *10,18* *9,08*	2,3	E = 3,24 I = 3,24	0,5	1,1	1252,2	4 (wie vor)	—	16 446
16	Desgl. **Osterode**	Königsberg *(Allenstein 1)*	95	96	entw. v. Wiegand, ausgef. von Kayser	I = E.	130,9	130,9	9,5	2,3	E = 3,1 I = 3,1	1,0	—	1243,6	4 (wie vor)	20 300	18 961

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung									
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
— — (Abtrittsgebäude) — (Nebenanlagen)	19 306 1 057 1 107	95,2 64,6	8,6 20,7	1608,9 88,1 (f. 1 Sitz)	450 (wie Regulir-Füllöfen)	79,1	—	—	613	51,1	—	Schlackensteine	Ziegel	Ziegelrohbau	Falzziegel auf Lattung	K. gew., sonst Balkendecken	Eisen mit Holzbelag, Podeste meist gewölbt	Fulsboden im D. Gipsestrich. Nebenanlagen: 140 ℳ f. Einebnung, Bodenbefestigung usw., 331 „ f. Einfriedigung, 557 „ f. Wasserzuleitung, 54 „ f. 1 Müllgrube, 25 „ f. Anpflanzungen.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3280 (4,9° ℳ)	—	—	—	—	—		
12 500 1 200 (Stallgebäude) 410 (Abtrittsgebäude)	12 530 1 000 400	118,8 15,6 40,8	10,8 3,9 13,9	2088,3 — 66,7 (f. 1 Sitz)	1380 (Kachelöfen und Kochherde)	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine und Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Falzziegel auf Lattung	K. gew., sonst Balkendecken	im E. u. I. Granit freitr., Podeste meist gewölbt, im II. Holz	
15 000 1 200 (wie vor) 410 (wie vor)	14 800 1 000 400	111,8 15,6 40,8	12,8 3,8 13,8	2466,7 — 66,7 (wie vor)	1540 (wie vor)	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	—
23 600 2 400 (wie vor) 820 (wie vor)	23 300 2 000 800	101,8 16,0 49,1	9,2 3,0 15,0	1911,7 — 66,7 (wie vor)	2280 (wie vor)	—	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	—
7 860	6 945	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nebengebäude und Nebenanlagen: 2130 ℳ f. 1 Waschküchengebäude, 420 „ f. Einfriedigung, 450 „ f. 3 Müllgruben, 1245 „ f. Traufpflaster, 2700 „ f. Hofpflaster.
3 280	3 280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6620 (4,7° ℳ)	—	—	—	—	—		—
15 400 1 800 (Stallgebäude) 430 (Abtrittsgebäude)	15 440 1 800 420	116,1 27,9 50,0	10,8 6,7 15,7	2573,3 — 70,0 (f. 1 Sitz)	1350 (Kachelöfen und Kochherde)	—	—	—	240	80,0	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Ziegeldoppeldach	K. gew., sonst Balkendecken	im E. u. I. Granit freitragend, im II. Holz	Fufsboden der Flure Asphalt.
25 400	25 105	123,8	11,8	2092,1	2700 (wie vor)	—	—	—	445	74,0	—	„	„	„	„	„	„	Wie vor.
61 200 10 500 (3 Stallgebäude) 2 460 (3 Abtrittsgebäude)	60 806 10 340 2 450	117,9 27,5 50,1	10,5 6,6 15,9	2533,6 — 68,1 (f. 1 Sitz)	5400 (wie vor)	—	—	—	906	75,8	—	„	„	„	„	„	„	Desgl.
15 010	19 239	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				Nebengebäude und Nebenanlagen: 4260 ℳ f. 4 Waschküchengeb., 1250 ℳ f. Aufhöh. d. Höfe, 609 „ f. Wasserleitung, 1415 „ f. Traufpflaster, 925 „ f. 4 Müllgruben, 6220 „ f. Hofpflaster, 1160 „ f. Einfriedigung, 3400 „ f. Canalisation.
6 620	6 620	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
für Unterbeamte.																		
nige Bauten.																		
16 000 3 268 (Nebengebäude) 2 232 (Nebenanlagen)	13 198 2 528 1 206	108,4 55,0	10,5 13,4	3299,5 —	360 (Kachelöfen)	120,0	—	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	Ziegelfachwerk	gefugtes Ziegelfachw., Sockel Ziegelrohbau	Ziegelkronendach	Balkendecken	Holz	Wohnräume an d. Innenseite mit Gipsdielen bekleidet. Nebenanlagen: 65 ℳ f. Einebnung usw., 349 „ f. Einfriedigung, 204 „ f. Trauf- und Rinnsteinpflaster, 468 „ f. 1 Brunnen (8,0m) mit Pumpe, 120 „ f. Entwässerung.
14 700 — (wie vor) — (wie vor)	12 750 1 800 1 896	101,7 —	10,2 —	3187,5 —	544 (wie vor)	148,6	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Falzziegel auf Lattung	K. gew., sonst Balkendecken	„	Nebenanlagen: 1371 ℳ f. Einebn., Pflasterung, Einfried. usw., 525 ℳ f. 1 Brunnen.
14 500 3 000 (Wirthschaftsgeb.) 2 800 (Nebenanlagen)	12 819 2 653 3 489	97,9 35,8	13,6 14,8	3203,8 —	460 (wie vor)	117,9	—	—	—	—	—	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	„	„	Pappe	„	„	Nebenanlagen: 260 ℳ f. 1 Müllgrube, 509 „ f. Einfriedigung, 2720 „ f. 1 Rohrbr. (75m).

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
17	Dienstwohngebäude auf Bahnhof **Kohlfurt**	Breslau *(Görlitz I)*	95	96	entw. bei d. früheren E.-B.-A. Breslau-Sommerfeld, ausgef. v. Rieken	Im K: 2 wk; — E: sieh die Abbildung; — I = E.	249,9	249,9	10,51	2,40	E = 3,1 I = 3,1	1,98	—	2626,4	8 (Wohnungen)	32 500	26 246
18	3 desgl. auf Verschubbahnh. **Brockau**	Breslau *(Breslau I)*	96	96	entw. v. Schramke, ausgef. von Kressin	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50 100	51 600
	a) Wohnhaus Nr. 4		—	—		E: im wesentlichen wie Nr. 8; I = E; — im D: 4 ka.	125,4 *81,0* *44,4*	81,0 *81,0* —	— *10,08* *9,56*	2,2	E = 3,24 I = 3,24	0,5	1,1	1241,0	4 (wie vor)	—	—
	b) Wohnhäuser Nr. 5 u. 6 (zusammen)	—			—	Wie vor.	250,8 *162,0* *88,8*	162,0 *162,0* —	— *10,01* *9,56*	2,13	E = 3,24 I = 3,24	0,5	1,1	2470,5	8 (wie vor)	—	—
	c) Nebenanlag.	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	2 Dienstwohngebäude, Nr. 7 u. 8 (zus.), auf Verschubbahnhof **Brockau**	wie vor	96	96	wie vor	Wie Nr. 18a.	250,8 *162,0* *88,8*	162,0 *162,0* —	— *10,08* *9,56*	2,2	E = 3,24 I = 3,24	0,5	1,1	2482,0	8 (Wohnungen)	33 400	33 580
20	3 desgl., Nr. 11, 12 u. 13 (zusammen), **Brockau**	wie vor	94	95	entw. v. Mettegang, ausgef. von Kressin	I = E, im D: 4 ka.	435,0 *258,9* *176,1*	258,9 *258,9* —	— *10,63* *9,5*	2,33	E = 3,3 I = 3,3	0,9	1,0	4476,9	12 (wie vor)	61 200	62 000
																b) Dreigeschos-	
21	Dienstwohngebäude auf Bahnhof **Horka**	Halle a. S. *(Hoyerswerda)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. durch die E.-B.-I.	Im K: wk; E: sieh die Abbild.; I u. II = E.	119,1 *114,1* *5,0*	119,1 *114,1* *5,0*	— *13,69* *15,4*	2,8	E = 3,33 I = 3,33 II = 3,33	0,9	—	1639,0	3 (wie vor)	19 100	16 947
22	Desgl. **Vossowska**	Kattowitz *(Kreuzburg)*	96	96	entw. v. Mettegang, ausgef. von Spirgatis	Im wesentlichen wie Nr. 8.	131,9 *76,4* *55,5*	76,4 *76,4* —	— *12,42* *11,32*	2,8	E = 3,24 I = 3,24 II = 3,24	0,5	—	1577,1	6 (wie vor)	20 500	18 000
23	Desgl. **Holzwickede**	Elberfeld *(Hagen 3)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Werren	Wie Nr. 12c.	231,2 *120,1* *111,1*	120,1 *120,1* —	— *11,65* *11,4*	2,35	E = 3,1 I = 3,1 II = 3,1	—	—	2665,7	12 (wie vor)	31 000	30 200
24	Desgl. **Lennep**	Elberfeld *(Lennep)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Stampfer	Wie Nr. 13c.	257,8	180,1	12,25	2,35	E = 3,3 I = 3,3 II = 3,3	—	—	3158,1	12 (wie vor)	34 100	36 285
25	2 desgl. (zusammen) **Langenberg**	Elberfeld *(Elberfeld)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. durch die E.-B.-I.	Wie vor.	515,6 *360,2* *155,4*	360,2 *360,2* —	— *12,25* *11,25*	2,35	E = 3,3 I = 3,3 II = 3,3	—	—	6160,7	24 (wie vor)	—	67 807
26	1 desgl. **Brügge**	Elberfeld *(Hagen 2)*	96	96	entw. u. ausgef. von Berthold	I u. II = E.	265,5 *250,4* *15,1*	265,5 *250,4* *15,1*	— *12,4* *10,6*	2,5	E = 3,3 I = 3,3 II = 3,3	—	—	3263,1	12 (wie vor)	—	38 301

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung									
	im ganzen	für 1			im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
M	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*	*M*							
26 000 4 500 (2 Wirthschaftsgeb.) — (Nebenanlagen)	21 395 3 312 1 539	85,6 37,6	8,1 8,1	2674,4 —	960 (Kachel- und eiserne Oefen)	118,1	—	—	—	—	—	Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Holzcement	K. gew., sonst Balkendecken	im E. Granit, im I. Holz	Nebenanlagen: 16 *M* f. Gartenanlagen, 344 „ f. 1 Müllgrube, 494 „ f. Einfriedigung, 685 „ f. Entwässerung.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—
14 500 2 200 (Nebengebäude)	13 600 2 000	108,5 52,4	11,0 —	3400,0 —	545 (Kachelöfen) 75 (eis. Oefen)	146,0 70,1	—	—	—	—	—	Bankette Granitbruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Ziegelkronendach	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	—
29 000 4 400 (2 Nebengebäude)	26 800 4 000	106,9 52,4	10,8 —	3350,0 —	1060 (wie vor) 150 (wie vor)	146,0 70,2	—	—	—	—	—	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—
—	5 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29 000 4 400 (2 Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	26 200 4 000 3 380	104,5 52,4	10,6 —	3275,0 —	1090 (wie vor) 150 (wie vor)	146,0 70,1	—	—	—	—	—	Bankette Granitbruchsteine, sonst Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Ziegelkronendach	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	—
54 000 7 200 (3 Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	52 800 5 700 3 500	121,4 49,7	11,8 —	4400,0 —	1600 (wie vor) 225 (wie vor)	127,0 70,0	—	—	—	—	—	〃	〃	〃	〃	〃	〃	—
sige Bauten.																		
17 500 1 600 (Nebengebäude) — (Nebenanlagen)	14 468 1 241 1 238	121,5 38,0	8,8 9,0	4822,7 —	390 (Kachel- und eiserne Oefen)	115,0	—	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	〃	〃	Falzziegel	K. gew., im Treppenhause Wellblechd., sonst Balkend.	〃	Nebenanlagen: 1050 *M* f. Einfriedigung, 96 „ f. Thonrohrleitung, 92 „ f. 1 Asch- und Müllgrube.
20 500 — (Waschküchengeb.)	16 341 1 659	123,9	10,4	2723,5	660 (Kachel- und eiserne Regulir-Füllöfen)	114,6	—	—	—	—	—	〃	〃	〃	〃	K. gew., sonst Balkendecken	Werkst. freitrag., Podeste meist gew.	—
26 100 950 (Abtrittsgebäude) 1 950 (Nebenanlagen) 2 000 (Bauleitung)	25 829 918 2 220 1 293	111,7 68,0	9,7 17,8	2175,1 77,8 (f. 1 Sitz)	684 (eiserne Säulenöfen und Kochherde)	—	—	—	418	23,2	1293 (4,9 %)	Ziegel	〃	〃	〃	〃	im E. u. I. Sandstein freitr., Podeste meist gewölbt, im II. Holz	Nebenanlagen: 272 *M* f. Wasserzuleitung, 311 „ f. Terrainregulirung und Pflasterung, 317 „ f. 1 Durchlafs, 496 „ f. Entwässerung, 470 „ f. Einfriedigung, 354 „ f. 2 Müllgruben.
30 825 933 (wie vor) 2 342 (wie vor) — (wie vor)	31 293 933 2 528 1 531	121,4 69,1	9,9 18,0	2607,8 77,8 (wie vor)	337 (eiserne Säulenöfen)	37,2	—	—	570	40,7	1531 (4,2 %)	〃	〃	je 1 Giebel- u. 1 Längswand Ziegelroh- bezw. Putzbau	〃	〃	〃	Nebenanlagen: 210 *M* f. Einfriedigung, 803 „ f. Gartenanlagen, 888 „ f. Entwässerung, 627 „ f. Chaussirung und Aurampung.
— — (2 Abtrittsgebäude) — (Nebenanlagen) — (Bauleitung)	60 632 1 874 2 320 3 065	117,6 69,4	9,8 18,1	2526,9 78,1 (wie vor)	798	—	—	—	365	28,1	3065 (4,5 %)	〃	〃	Ziegelrohbau	〃	〃	〃	—
33 000 — (Nebenanlagen) — (Bauleitung)	32 986 3 474 1 841	124,1	10,1	2749,0	1224 (eiserne Säulenöfen und Kochherde)	—	—	—	250	17,9	1841 (4,8 %)	Bruchsteine und Ziegel	〃	Ziegelrohbau, Plinthe Bruchsteine	〃	〃	〃	Fufsboden der Flure Sandsteinplatten. Nebenanlagen: 171 *M* f. 1 Müllgrube, 204 „ f. Einfriedigung, 400 „ f. 1 Senkbrunnen, 480 „ f. Entwässerung, 1188 „ f. Wasserzuleitung, 1031 „ f. Terrainregulirung und Pflasterung.

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
													C. Dienstwohngebäude für **e) Theilweise zwei-**				
27	Dienstwohngebäude auf Bahnhof **Wateustedt**	Magdeburg *(Braunschweig 1)*	96	96	entw. bei d. früheren E.-B.-A. Braunschweig, ausgef. von Fuhrberg	Im K: wk; — E: sieh die Abbildung; — 1 = E. unter Fortfall des rechtsseitigen Anbaues.	107,1 *71,7* *35,4*	71,7 *71,7* —	— *10,58* *7,26*	2,73	E = 3,5; 1 = 3,3	1,26	—	1016,3	2 (Wohnungen)	13 500	11 910
28	Desgl. **Langenbielau**	Breslau *(Neisse 2)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Buchholz	Im K: wk; — E: sieh die Abbildung; — 1 = E. unter Fortfall des linksseitigen Anbaues.	146,2 *111,8* *30,4* *4,0*	111,8 *111,8* — —	— *10,87* *5,35* *3,17*	2,2	E = 3,32; 1 = 3,32	1,0 (0,63)	—	1414,6	3 (wie vor)	17 500	15 815
29	Desgl. **Ober-Langenbielau**	„	96	96	„	Wie vor.	146,2 (Berechnung wie vor)	111,8	—	2,2	E = 3,32; 1 = 3,32	1,0 (0,63)	—	1414,6	3 (wie vor)	17 500	16 885
30	Desgl. auf Haltestelle **Grofs-Besten**	Halle a. S. *(Berlin 13)*	95	96	entw. bei d. früheren E.-B.-A. Cottbus, ausgef. von Schwoller	Im K: wk; E: sieh die Abbildung; 1 des kleineren, rechtsseitigen Gebäudetheiles = E; im D. des eingeschoss. Theiles: ka.	172,3 *69,9* *49,1* *53,3*	119,0 *69,9* *49,1*	— *10,38* *7,9* *6,8*	2,5	E = 3,3 (3,09); 1 = 3,09	1,7 (2,1)	—	1475,9	3 (wie vor)	18 000	17 985
													b) Zweigeschos-				
31	Desgl. **Rohnstock**	Breslau *(Liegnitz 2)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Smierzchalski	Im wesentlichen wie Nr. 36.	99,4 *75,0* *24,4*	75,0 *75,0* —	— *10,33* *10,07*	2,83	E = 3,3; 1 = 3,3	1,1	0,4	1020,5	2 (wie vor)	15 000	12 580
32	Desgl. auf Bahnhof **Tegel**	Berlin *(Berlin 6)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Bathmann	Im K: wk; — E: sieh die Abbildung; — 1 = E.	101,4 *19,3* *52,1* *30,0*	71,4 *19,3* *52,1* —	— *16,1* *9,35* *8,0*	2,5	E = 3,1; 1 = 3,3	0,75	—	922,1	2 (wie vor)	14 000	13 250
33	Desgl. **Bublitz**	Danzig *(Neustettin)*	95	96	entw. bei d. E.-D. Bromberg, ausgef. von Stockfisch	1 = E.	120,6	120,6	10,67	2,42	E = 3,3; 1 = 3,3	1,65	—	1288,9	3 (wie vor)	20 200	16 722
													D. Dienstwohngebäude **e) Zweigeschos-**				
34	Desgl. **Fallingbostel**	Hannover *(Hannover 3)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Merkel	1 = E.	99,0 *62,9* *36,1*	62,9 *62,9* —	— *9,9* *8,7*	2,3	E = 3,3; 1 = 3,3	1,0	—	936,6	2 (wie vor)	11 800	11 265
35	Desgl. **Landsberg a. W.** (Brückenvorstadt)	Posen *(Meseritz)*	96	96	entw. bei d. E.-D. Berlin, ausgef. von Brettschneider	Im K: wk, E: sieh die Abbildung; 1 = E.	102,4	102,4	9,8	2,3	E = 3,3; 1 = 3,3	0,9	—	1003,5	2 (wie vor)	17 000	13 810
36	Desgl. **Merzdorf**	Breslau *(Hirschberg)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Hoogen	1 = E	102,8 *51,8* *51,0*	51,8 *51,8* —	— *9,90* *9,15*	2,33	E = 3,3; 1 = 3,3	1,15	—	963,6	2 (wie vor)	13 000	12 548

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschliefsl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung							
	im ganzen	für 1																
		qm	cbm	Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
Unter- und mittlere Beamte.																		
geschossige Bauten.																		
12 100 1 400 (Stall- u. Abtrittsgebäude) —	9 744 1 020 1 146 (Nebenanlagen)	91,0 50,5	9,6 10,0	4872,0 —	180 (eiserne Oefen)	67,1	—	—	—	—	—	Bruchsteine und Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau, Plinthe Bruchsteine	Schiefer auf Schalung	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Fufsboden in der Waschküche und im Flur des E. Solinger Platten. Wohn. für 1 Stations-Assistenten u. 1 Weichensteller. Nebenanlagen: 268 ℳ f. 1 Rohrenbrunnen, 298 „ f. Pflasterung, 580 „ f. Einfriedigung.
16 750 750 (wie vor) —	12 982 1 133 1 700 (wie vor)	88,6 39,5	9,2 10,5	4327,0 —	693 (Kachelöfen)	179,5	—	—	—	—	—	Bruchsteine	„	„	Holzcement	„	„	Wohn. für 1 mittleren Beamten u. 2 Unterbeamte. Nebenanlagen: 195 ℳ f. Traufpflaster, 440 „ f. Einebnung, Entwässerung usw., 1065 „ f. Einfriedigung.
16 750 750 (wie vor) —	13 999 1 133 1 703 (wie vor)	93,8 39,5	9,9 10,5	4666,3 —	693 (wie vor)	179,5	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Wohnungen wie vor. Nebenanlagen: 195 ℳ f. Pflasterung, 543 „ f. Einebnung, Entwässerung usw., 965 „ f. Einfriedigung.
16 000 1 250 (Stall- u. Abtrittsgebäude für 2 Unterbeamte) 750 (desgl. für den Bahnmeister) —	14 617 1 028 601 1 739 (Nebenanlagen)	81,8 42,7 48,0	9,8 10,6 12,7	4872,3 — —	317 (Kachel- und eiserne Oefen)	131,0	—	—	—	—	—	Ziegel	„	Ziegelrohbau	Doppelpappdach	„	„	Wohn. für 1 Bahnmeister und 2 Unterbeamte. Nebenanlagen: 125 ℳ f. 1 Brunnen, 200 „ f. 1 Mullgrube, 210 „ f. Pflasterung, 1204 „ f. Einfriedigung.
sige Bauten.																		
— — (Nebengebäude) —	11 550 710 320 (Nebenanlagen)	116,2 35,7	11,3 —	5775,0 —	580 (wie vor)	174,7	—	—	—	—	—	Bruchsteine und Ziegel	„	Ziegelrohbau, Plinthe Bruchsteine	Falzziegel	„	„	Fufsboden im Flur des E. Cementestrich. — Wohn. für 1 Bahnmeister u. 1 Weichensteller.
— — (Stall- u. Abtrittsgebäude)	12 713 537	125,4 25,0	13,8 6,6	6356,6 —	641 (Kachel-, eiserne Oefen und Kochherde)	—	—	—	—	—	—	Ziegel	„	Ziegelrohbau mit Verblendst.	Schiefer auf Schal. u. Pappeunterlage	„	„	Wohn. f. 1 Bahnmeister und 1 Unterbeamten.
17 000 2 000 (Stall- u. Abtrittsgebäude) 1 200 (Wasch- und Backhaus)	14 152 1 750 820	117,2 36,0 40,7	11,0 — —	4717,3 — —	865 (wie vor)	—	—	—	—	—	—	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	„	Ziegelrohbau	Pappe	„	„	Wohn. für 1 Stationsaufseher und 2 Unterbeamte.
für mittlere Beamte.																		
sige Bauten.																		
11 800 — (Bauleitung)	10 945 320	110,0	11,7	5472,5	406 (Kachel- und eiserne Oefen)	123,0	—	—	—	—	320 (2,8°/₀)	Ziegel	„	„	Falzziegel	„	„	Fufsboden im Flur des E. Mettlacher Fliesen
12 600 2 400 2 000 (Stall- u. Abtrittsgebäude)	11 290 740 (tiefe Gründung Pfeiler m. Bogen) 510 (Nebenanlagen) 1 270	110,8 — 53,0	11,8 —	5645,0 —	436 (Kachelöfen)	163,8	—	—	105	35,0	—	„	„	„	Schiefer auf Schal. u. Pappeunterlage	K. Betond, sonst Balkendecken	„	Nebenanlagen: 70 ℳ f. Entwässerung, 200 „ f. Terrainregulirung, 240 „ f. Einfriedigung.
13 000 — (Bauleitung)	11 318 1 200	110,4	11,6	5674,0	330 (Kachel- und eiserne Oefen)	101,5	—	—	—	—	1200 (9,6°/₀)	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	„	„	Ziegelkronendach	K. gew., sonst Balkendecken	„	—

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr.	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamt-rauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
37	Dienstwohngebäude auf Bahnhof **Büderich**	Münster *(Wesel 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D. Köln (rechtsrhein.)	An die rechte Seite des Gebäudes ist ein Bahnmeister-Dienstraum angebaut, sonst wie Nr. 35.	103,2	103,5	10,5	2,5	E = 3,24; I = 3,24	1,2	0,5	1069,9	2 (Wohnungen)	19 000	17 300
38	Desgl. **Nachterstedt**	Magdeburg *(Halberstadt 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. durch die E.-B.-I.	Im K.: wk; E: sieh d. Abbild.; I = E.	103,8	103,8	9,58	2,5	E = 3,5; I = 3,2	1,0	—	1035,9	2 (wie vor)	15 000	11 792
39	Desgl. **Wallwitz**	Magdeburg *(Aschersleben)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Eggers	Wie vor.	103,8	103,8	9,98	2,5	E = 3,1; I = 3,3	1,0	—	1035,9	2 (wie vor)	15 000	12 588
40	Bahnmeister-Wohngebäude auf Bahnhof **Salzwedel**	Magdeburg *(Stendal 1)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Peter	Desgl.	103,8	103,8	9,98	2,5	E = 3,2; I = 3,3	1,0	—	1035,9	2 (wie vor)	15 000	14 950
41	Dienstwohngebäude auf Bahnhof **Halbe**	Halle a. S. *(Berlin 13)*	95	96	entw. bei d. fr. E.-B.-A. Cottbus, ausgef. von Schwedler	Wie Nr. 35.	103,0	103,0	10,8	2,5	E = 3,3; I = 3,3	1,7	—	1112,4	2 (wie vor)	15 000	12 727
42	Desgl. **Osterode**	Königsberg *(Allenstein 1)*	95	96	entw. v. Wiegand, ausgef. von Kayser	I = E; — im D: 2 ka.	104,7	104,7	10,55	2,3	E = 3,2; I = 3,3	1,3	0,8	1104,8	2 (wie vor)	12 700	11 228
43	Bahnmeister-Wohngebäude auf Bahnhof **Bielefeld**	Hannover *(Bielefeld)*	95	96	Normal-Entw., ausgef. von Ruegenberg	Im K: wk.; E: sieh die Abb.; I = E; im D: 2 ka.	120,7 *69,1* *51,6*	69,1 *69,1* —	— *10,2* *9,4*	2,5	E = 3,3; I = 3,3	1,1	—	1189,9	2 (wie vor)	14 000	13 297
44	Dienstwohngebäude auf Bahnhof **St. Vith**	Köln *(Aachen 2)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Roth	Im K: wk; E: sieh d. Abb.; I = E; im D: 4 ka.	179,5 *118,6* *60,9*	118,6 *118,6* —	— *10,65* *9,7*	2,4	E = 3,3; I = 3,3	1,1	0,6	1853,8	4 (wie vor)	23 400	21 663
45	Desgl. **Gnadenfrei**	Breslau *(Neifse 2)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. v. Buchholz	Wie vor, jedoch K. ohne Waschküche.	183,1 *88,9* *94,2*	88,9 *88,9* —	— *9,75* *9,45*	2,4	E = 3,3; I = 3,3	—	0,6	1757,0	4 (wie vor)	27 300	21 462
46	Desgl. **Heinersdorf**	"	96	96	"	Wie vor.	183,1 (Berechnung wie vor)	88,9	—	2,4	E = 3,3; I = 3,3	—	0,6	1757,0	4 (wie vor)	27 300	22 665
47	3 desgl., Nr. 1, 2 u. 3 (zusammen), auf Verschubbahnhof **Brockau**	Breslau *(Breslau 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Kressin	E: wie der Doppel-Grundrifs Nr. 36; I = E; — im D: 4 ka.	605,0 *306,0* *299,0*	306,0 *306,0* —	— *10,6* *10,08*	2,2	E = 3,3; I = 3,3	1,15	0,8	6257,5	12 (wie vor)	83 700	78 000
48	2 desgl. **Brockau**	"	94	95	"		—	—	—	—	—	—	—	—	—	60 600	55 300
	a) Dienstwohngeb. Nr. 10	—			—	Wie vor.	201,7 *102,0* *99,7*	102,0 *102,0* —	— *10,6* *10,08*	2,2	E = 3,3; I = 3,3	1,15	0,8	2066,2	4 (Wohnungen)	—	—
	b) Dienstwohngeb. Nr. 9	—			—	I im wesentl. = E; — im D: 4 ka.	233,8 *128,1* *105,7*	128,1 *128,1* —	— *10,7* *9,9*	2,35	E = 3,3; I = 3,3	1,15	0,8	2417,3	4 (wie vor)	—	—
	c) 2 Stall-, Waschküchen- u. Abrittsgebäude				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	d) Nebenanlagen				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (ausschließl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der							Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung		Bauleitung							
	im ganzen	für 1			im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
		qm	cbm	Nutzeinheit														
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
14 200 1 600 (Bahnmeister-Dienstraum, Anbau) 2 100 (Stall-, Waschküchen- u. Abtrittsgebäude) 1 100 (Nebenanlagen)	11 730 1 490 1 880 2 200	113,7 55,8 66,0	10,8 12,0 12,6	5 865,0 — —	330 (eiserne Öfen)	—	—	—	—	—	—	Trafsbeton u. Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau	Falzziegel	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	Gründung auf 0,5 m starker Trafsbetonsohle. Nebenanlagen: 1430 ℳ f. Erdanschüttung u. Befestig. durch Pflast., 120 „ f. Entwässerung, 370 „ f. 1 Brunnen (8 m) u. Pumpe, 280 „ f. Einfriedigung.
13 200 1 500 (Stall- u. Abtrittsgebäude) 300 (Einfriedigung)	10 362 740 690	99,8 36,6	10,0 7,7	5181,0 —	425 (Kachel- u. eis. Öfen)	145,6	—	—	—	—	—	Bruchsteine u. Ziegel	„	„	„	„	„	Fußboden im Flur des E. Fliesenbelag.
13 500 1 500 (Stall- u. Abtrittsgeb.) — (Nebenanlagen)	10 697 1 150 741	103,1 56,9	10,8 11,9	5348,5 —	335 (wie vor)	116,9	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Nebenanlagen: 103 ℳ f. Entwässerung, 638 „ f. Einfriedigung.
13 200 1 500 (wie vor) 300 (wie vor)	12 742 1 148 1 060	122,8 56,9	12,3 11,9	6371,0 —	517 (Kachel- u. eis. Reg.-Füll-Öfen)	180,4	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	Fußboden in den Fluren d. E. u. K. Fliesenbelag. Nebenanlagen: 60 ℳ f. Einfriedigung, 1000 „ f. 1 Brunnen.
13 600 1 400 (wie vor) — (wie vor)	10 563 971 1 193	102,6 40,3	9,8 10,6	5281,5 —	295 (wie vor)	106,0	—	—	—	—	—	Ziegel	„	„	Doppelpappdach	„	„	Nebenanlagen: 93 ℳ f. Verlegung d. Telegraphenleitung, 125 „ f. 1 Brunnen, 135 „ f. Pflasterung, 200 „ f. 1 Müllgrube, 640 „ f. Einfriedigung.
12 700	11 228	107,2	10,2	5614,0	360 Kachelöfen	111,6	—	—	—	—	—	Bankette Feldsteine, sonst Ziegel	„	„	Pappe	„	„	—
— — (Nebengebäude)	12 719 578	105,4 24,8	10,7 8,9	6359,5 —	352 (eiserne Öfen)	104,0	—	—	90	45,0	—	Bruchsteine u. Ziegel	„	Ziegelrohbau m. Verblendst.	Falzziegel	„	„	Fußboden im Flur d. E. Fliesenbelag.
20 650 2 750 (Stall- u. Abtrittsgeb.) — (Nebenanlagen)	18 452 2 614 597	102,9 66,7	10,0 13,9	4613,0 —	652 (eis. Öfen u. Kochherde)	—	—	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	„	„	„	„	„	Fußboden in den Küchen u. im Flur d. E. Asphalt u. Bet. Nebenanlagen: 101 ℳ f. 1 Müllgrube, 123 „ f. Entwässerung, 182 „ f. Pflasterung, 191 „ f. Gartenanlagen
24 000 3 300 (Stall-, Waschküchen- u. Abtrittsgebäude) — (Nebenanlagen)	17 676 2 560 1 226	96,5 48,1	10,1 13,1	4419,0 —	868 (Kachel- u. eis. Öfen)	122,9	—	—	—	—	—	Bruchsteine u. Ziegel	„	Ziegelrohbau, Plinthe Bruchst.	Ziegelkronendach	„	„	Nebenanlagen: 241 ℳ f. Einebnung usw., 56 „ f. Pflasterung, 424 „ f. Einfriedigung, 505 „ f. 1 Brunnen.
24 000 3 300 (wie vor) — (wie vor)	19 587 2 874 204	107,0 54,0	11,1 14,7	4896,8 —	1055 (wie vor)	119,4	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	—
76 500 2 800 (Stall-, Waschküchen- u. Abtrittsgebäude) 4 400 (2 Stall- u. Abtrittsgebäude) — (Nebenanlagen)	65 100 2 600 4 000 6 300	107,0 48,9 52,4	10,4 — —	5425,0 — —	2430 (Kachelöfen) 240 (eiserne Öfen)	123,9 61,5	—	—	—	—	—	Bankette Granitbruchsteine, s. Ziegel	„	„	„	„	„	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bankette Granitbruchsteine, s. Ziegel	—	—	—	—	—	—
25 500	22 500	111,6	10,8	5625,0	849 (Kachelöfen) 90 (eiserne Öfen)	129,8 61,5	—	—	—	—	—		Ziegel	Ziegelrohbau	Ziegelkronendach	K. gew., sonst Balkend.	Holz	—
29 500	25 500	109,1	10,8	6375,0	911 (wie vor) 118 (wie vor)	115,3 90,8	—	—	—	—	—	„	„	„	„	„	„	—
5 600	4 800	45,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	2 500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4		5	6	7		8	9			10	11	12	13	
Nr	Bestimmung und Ort des Baues	Eisenbahn-Direction und Betriebs-Inspection	Zeit der Ausführung		Name des Baubeamten bezw. der Behörde	Grundrifs nebst Beischrift	Bebaute Grundfläche		Höhe d. Umfass.-Mauern v. d. O.-K. d. Fundamentes an, einschl. des Höhenzuschl. (Spalte 10)	Höhen der einzelnen Geschosse			Höhenzuschlag für d. ausgeb. Dachgeschofs, Mansardendächer, Giebel, Thürmchen usw.	Gesamtrauminhalt des Gebäudes (Spalte 7 u. 8)	Anzahl und Bezeichnung der Nutzeinheiten	Gesamtkosten der Bauanlage (vergl. Spalte 14) nach	
			von	bis			im Erdgeschofs	davon unterkellert		a. des Kellers	b. des Erdgeschosses usw.	c. des Drempels				dem Anschlage	der Ausführung
							qm	qm	m	m	m	m	m	cbm		ℳ	ℳ
	b) Dreigeschos-																
49	Dienstwohngebäude auf Bahnhof **Vossowska**	Kattowitz *(Kreuzburg)*	96	97	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Spargatis	E: wie der Doppel-Grundrifs Nr. 36; I u. II = E.; — im D: 6 ka.	201,0 *155,3* *45,7*	155,3 *155,3* —	— *14,25* *14,15*	2,3	E = 3,3 I = 3,3 II = 3,3	1,15	1,0	2850,7	6 (Wohnungen)	32 500	29 500
	E. Dienstwohngebäude in Verbin-																
50	Dienstwohn- u. Uebernachtungs-Gebäude auf Bahnhof **Kremmen**	Berlin *(Berlin 6)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Bathmann	I. des linksseitigen zweigeschoss. Gebäudetheiles = E.	173,1 *72,4* *30,0* *70,7*	72,1 *72,4* — —	— *9,8* *9,1* *5,3*	2,3	E = 3,3 (I = 3,3)	(0,9)	—	1357,2	—	20 000	17 016
	F. Uebernachtungs- und																
	a) Eingeschos-																
51	Uebernachtungs-Gebäude auf dem Magdeburger Bahnhofe in **Leipzig**	Halle a. S *(Leipzig 2)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Dorner	Im K: wa für Arbeiter; — E: sieh die Abbildung. — 1 = Raum f. Pelze. 2 = ba, wa.	163,7	163,7	7,5	2,5	3,8	1,3	—	1227,8	10 (Betten)	18 000	15 360
52	Aufenthalts-Gebäude auf Verschubbahnhof **Brockau**	Breslau *(Breslau 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Kressin	1 = Wärmküche.	476,5 *217,0* *254,0* *5,5*	— — — —	— *6,5* *8,9* *3,1*	—	3,24 (5,21)	—	(0,5)	2418,2	—	26 500	24 900
	b) Theilweise zwei-																
53	Uebernachtungs-Gebäude auf Bahnhof **Glogau**	Breslau *(Glogau 1)*	95	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Lohmeyer	Im K: wk, ba; E: sieh die Abbildung, 1 = wa, 2 = al, tr; I = th. f, ün (4), wa; — im D. des eingesch. Gebäudeth.: ab.	162,5 *101,9* *22,3* *22,9* *15,4*	124,8 *101,9* — *22,9* —	— *11,8* *10,01* *8,28* *6,41*	2,83 (2,44)	E = 3,8 (I = 3,5)	1,3 (1,5)	—	1714,0	9 (Betten)	21 500	14 705
	c) Zweigeschos-																
54	Desgl. **Halberstadt**	Magdeburg *(Halberstadt 1)*	96	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. d. d. E.-B.-I.	Im K: wk, ba, ge; — E: sieh die Abbildung, 1 = Raum für Pelze u. Mänt.; I = th, l, afr, ün (5), ab, vf.	216,8 *127,0* *89,8*	127,0 *127,0* —	— *11,2* *11,08*	2,8	E = 3,6 I = 3,6	0,7	0,1	2417,0	27 (wie vor)	—	29 711
	G. Schulgebäude und																
55	Schulgebäude in d. Arbeiter-Colonie der Hauptwerkst. **Leinhausen**	Hannover	94	96	entw. bei d. E.-D., ausgef. von Bremer	1 = E.	219,4 *59,8* *159,6*	59,8 *59,8* —	— *12,25* *11,3*	2,65	E = 4,5 I = 4,5	0,8	—	2520,1	260 (Kinder)	34 000	30 149
56	Lehrerwohnhaus desgl. **Leinhausen**	„	95	96	„	Wie Nr. 43.	120,7 *69,1* *51,6*	69,1 *69,1* —	— *10,15* *9,2*	2,5	E = 3,3 I = 3,3	1,1	—	1181,2	2 (Wohnungen)	15 000	15 267

14					15						16	17						18
Kosten der einzelnen Baulichkeiten usw. (einschließl. der in Spalte 15 aufgeführten Kosten)					Kosten der						Bauleitung	Baustoffe und Herstellungsart der						Bemerkungen
nach dem Anschlage	nach der Ausführung				Heizungsanlage		Gasleitung		Wasserleitung									
	im ganzen	für 1 qm	für 1 cbm	für 1 Nutzeinheit	im ganzen	für 100 cbm beheizten Raumes	im ganzen	für 1 Flamme	im ganzen	für 1 Hahn		Grundmauern	Mauern	Ansichten	Dächer	Decken	Haupttreppen	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ							
sige Bauten.																		
32 500 — (Waschküchengebäude)	28 021 1 479	139,4	9,9	4670,2	1590 (Kachelöfen und Kochherde)	—	—	—	—	—	—	Bruchsteine und Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau, Plinthe Bruchsteine	Falzziegel	K. gew., sonst Balkendecken	Granit freitragend, Podeste gew.	—
dung mit anderweitigen Räumen.																		
— — (Stall- und Abortsgebäude)	15 134 1 882	87,4 51,8	11,2 9,0	— —	770 (Kachel-, eiserne Oefen u. Kochherde)	—	—	—	—	—	—	Ziegel	"	Ziegelrohbau mit Verblendsteinen	Schiefer bezw. Pappe	"	Holz	Wohnungen für 2 Subalternbeamte.
Aufenthalts-Gebäude.																		
sige Bauten.																		
16 500 500 (innere Einrichtung) 1 100 (Abortsgebäude) — (Nebenanlagen)	13 842 555 675 288	84,6	11,8	—	415 (eiserne Regulir-Füllöfen und 1 Kochherd)	—	150	11,5	1136 (Wasserleitung und Badeeinrichtung)	—	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	"	Ziegelrohbau	Pappe	"	—	Fußboden in den Fluren und der Küche des E. Fliesenbelag, in d. Wasch- u. Baderäumen Asphalt. Nebenanlagen. 114 ℳ f. Pflasterung. 49 " f. Anschluß an die Gasleitung, 41 " f. Anschluß an die Wasserleitung, 84 " f. Entwässerung.
22 000 — (innere Einrichtung) 400 (Erdkeller) 1 700 (Eiskeller) 1 500 (Stall- und Abortsgebäude) 900 (Nebenanlagen)	20 765 543 416 1 684 1 402 96	43,0	8,0	—	438 (Meidinger'sche eiserne Regulir-Füllöfen) 144 (Kachelöfen)	39,5 128,6	— (elektrische Beleuchtung)	—	900	—	—	Ziegel	Seitenbauten und Giebelwände Ziegel, oberer Th. d. Mittelb. u. ein Th. d. Innenw. Ziegel-, Vorbau verschalt. Fachwerk	Seitenbauten und Giebelw. geputzt, Architekturtheile, Ecken, Fenster- und Thüreinf. Ziegelrohb., oberer Th. d. Mittelb. gefugt. Ziegelfachw., Vorbau Bretterbekleidung	Holzcement	verschalte u. z. Th. geputzte Sparrendecken	—	Wohnung für den Hauswart. — Fußboden, mit Ausnahme des Uebernachtungsraumes und der Wohnung des Hauswarts, Asphaltestrich. — Die Kosten des Anschlusses an die elektrische Beleuchtung des Bahnhofes sind in den Ausführungskosten nicht enthalten.
geschossige Bauten.																		
19 000 750 (Abortsgebäude) 1 750 (Nebenanlagen)	13 796 623 286	84,9 90,0	8,0 19,1	— —	—	—	—	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	Ziegelfachwerk	geputzte Fachwerkfelder	Pappe	Balkendecken	Holz	Nebenanlagen: 116 ℳ f. Pflasterung, 170 " f. Einfriedigung. Die zu 2800 ℳ veranschlagten Kosten der Heizungsanlage, Gas- u. Wasserleitung sind in den Ausführungskosten nicht enthalten.
sige Bauten.																		
27 583 — (innere Einrichtung) — (Nebenanlagen)	25 856 3 418 440	119,0	10,7	—	501 (Kachel- und eiserne Oefen)	60,1	1041	37,2	772	59,4	—	Bruchsteine und Ziegel	Ziegel	Ziegelrohbau, Plinthe Bruchsteine	Falzziegel	K. gew., sonst Balkendecken	Granit freitragend	Nebenanlagen: 65 ℳ f. Gasleitung, 375 " f. Wasserzuleitung.
Lehrerwohnhäuser.																		
31 000 — (innere Einrichtung) 3 000 (Abortsgebäude mit Geräthenraum) — (Nebenanlagen)	28 912 2 194 2 295 1 748	111,6 68,3	9,5 15,5	92,0 —	455 (eiserne Oefen)	40,6	—	—	—	—	—	Bankette Bruchsteine, sonst Ziegel	"	Ziegelrohbau mit Verblend- u. Formsteinen	"	K. gew., sonst Balken-, z. Th. Betondecken	im E. Eisen m. Holzbelag, im I. Holz	Die Schulzimmer im E. dienen zugleich kirchlichen Zwecken. Nebenanlagen: 678 ℳ f. Einebnung usw., 1070 " f. Einfriedigung u. 2 Thore.
— — (Stall- und Abortsgebäude)	13 972 1 296	115,8 66,2	11,8 11,9	6986,0 —	375	—	—	—	—	—	—	"	"	"	"	K. gew., sonst Balkendecken	Holz	—

Tabelle A.*)

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Hochbauten der preufsischen Staatseisenbahn-Verwaltung, auf 1 qm bebauter Grundfläche als Einheit bezogen.

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 qm in Mark, rund:																												Anzahl der Bauten im ganzen	Genauer Durchschnittspreis für 1 qm ℳ
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	250	300	330		
	Anzahl der Bauten:																														
I. Empfangs-Gebäude:																															
a) eingeschossig	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	1	1	—	—	2	—	—	1	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	10	73,[illegible]
b) theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	5	112,0
c) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	1	(1)	—	—	7	170,1
Empfangsgebäude nebst Güterschuppen:																															
d) Empfangsgebäude eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	67,2
e) desgl. theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	99,3
f) desgl. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	106,7
zusammen																														32	—
II. Güterschuppen:																															
a) offene Güter-Umladehallen	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	31,9
b) Güterschuppen, Ziegelfachwerk, ohne Keller	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	39,5
c) desgl. massiv, ohne Keller	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	51,6
d) desgl. desgl., zur Hälfte unterkellert	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	47,8
Güterschuppen nebst Abfertigungs-Gebäude:																															
e) Güterschuppen, Ziegelfachwerk, ohne bezw. im wesentl. ohne Keller, Abfert.-Geb. massiv	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	52,0
f) Güterschuppen, im wesentl. ohne Keller, und Abfertigungs-Gebäude ausgemauert. Eisenfachw.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	60,7
g) Güterschuppen, ganz bezw. theilweise unterkellert, und Abfert.-Geb. massiv	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	58,8
zusammen																														20	—
III. Locomotivschuppen:																															
a) rechteckig, mit directen Einfahrtsgleisen, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	40,[illegible]
b) desgl., mit Schiebebühne, ausgemauertes Eisenfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	57,6
c) desgl., desgl., massiv	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	49,9
d) ringförmig, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	39,[illegible]
e) desgl. im wesentlichen massiv	—	—	—	—	3	1	—	3	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	53,0
zusammen																														17	—
IV. Wasserthürme (nur in Tabelle B und C aufgenommen).																															
V. Maschinen- und Kesselhäuser	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	51,2
zusammen																														1	—
VI. Gasanstalten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	73,[illegible]
zusammen																														1	—
VII. Werkstätten-Gebäude:																															
a) Betriebs-Werkstätten	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	49,7
b) Wagen- und Tender-Reparatur-Werkstätten	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	40,1
c) Wagen-Revisions-Schuppen, Bretterfachwerk	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	27,4
d) Holzschuppen, Ziegelfachwerk	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	20,7
zusammen																														8	—
VIII. Magazine (zweigeschossig)	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	96,8
zusammen																														2	—
IX. Dienstgebäude:																															
a) Güter-Abfertigungs-Gebäude, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	70,6
b) Stations-Dienstgebäude, im wesentlichen zweigeschossig, theilweise Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	112,[illegible]
c) Eisenbahn-Directions-Gebäude, viergeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	[illegible]
d) desgl., vier-, theilweise fünfgeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	328,3
zusammen																														5	—
X. Dienstwohn-, Uebernachtungs- u. Aufenthalts-Gebäude:																															
a) Arbeiter-Wohnhäuser, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	3	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	7[illegible]
b) desgl., dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2)	(2)	1	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	117,[illegible]
c) Dienstwohngebäude für Unter- u. mittlere Beamte, ein-, theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	8[illegible]
d) desgl., zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	8	16	7	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	36	110
e) desgl., dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	8	125,[illegible]
f) Uebernachtungs-Gebäude, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	84,[illegible]
g) desgl., theilweise zweigeschossig, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	84,9
h) desgl., zweigeschossig, massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	119,3
i) Aufenthalts-Gebäude, mit Pförtnerwohnung, eingeschossig	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	(43,4)
zusammen																														95	—
Schulgebäude (zweigeschossig)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	115,8
zusammen																														1	—
Nebengebäude (bei I ausgeführt):																															
a) Wirthschaftsgebäude, in Verbindung mit Post-Diensträumen	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	53,[illegible]
b) Abtrittsgebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	118,[illegible]
zusammen																														2	—

*) Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten blieben in dieser Tabelle unberücksichtigt. — Einzelne ausnahmsweise hohe oder niedrige Einheitspreise sind eingeklammert und bei Ermittlung der Durchschnittspreise nicht in Betracht gezogen. — Alle Gebäude sind, wenn nichts anderes bemerkt ist, massiv oder im wesentlichen massiv.

Tabelle B.*)

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Hochbauten der preufsischen Staatseisenbahn-Verwaltung, auf 1 cbm umbauten Raumes als Einheit bezogen.

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 cbm in Mark, rund: 3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	30	40	Anzahl der Bauten im Ganzen	Genauer Durchschnittspreis für 1 cbm ℳ
	Anzahl der Bauten:																											
I. Empfangs-Gebäude:																												
a) eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	2	1	1	2	—	(1)	—	—	—	—	—	—	10	11,9
b) theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	(2)	—	—	—	—	—	—	5	12,0
c) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	1	—	(1)	(1)	—	—	7	14,7
Empfangsgebäude nebst Güterschuppen:																												
d) Empfangsgebäude eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	11,4
e) desgl. theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	11,7
f) desgl. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10,9
																										zusammen	32	—
II. Güterschuppen:																												
a) offene Güter-Umladehallen	—	—	1	2	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4,9
b) Güterschuppen, Ziegelfachwerk, ohne Keller	—	1	—	—	—	—	1	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	5,2
c) desgl. massiv, ohne Keller	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6,8
d) desgl. desgl., zur Hälfte unterkellert	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6,5
Güterschuppen nebst Abfertigungs-Gebände:																												
e) Güterschuppen, Ziegelfachwerk, ohne bezw. im wesentl. ohne Keller, Abfert.-Geb. massiv	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6,8
f) Güterschuppen, im wesentl. ohne Keller, und Abfert.-Geb. ausgemauert. Eisenfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9,3
g) Güterschuppen, ganz bezw. theilw. unterkellert, und Abfert.-Geb. massiv	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	8,1
																										zusammen	20	—
III. Locomotivschuppen:																												
a) rechteckig, mit directen Einfahrtsgleisen, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6,3
b) desgl., mit Schiebebühne, ausgemauertes Eisenfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8,5
c) desgl., desgl., massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7,6
d) ringförmig, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6,3
e) desgl. im wesentlichen massiv	—	—	—	—	2	1	1	2	3	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	7,1
																										zusammen	17	—
IV. Wasserthürme:																												
a) mit freistehendem Wasserbehälter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	16,4
b) mit umbautem Wasserbehälter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	7	3	1	14	23,4
																										zusammen	15	—
V. Maschinen- und Kesselhäuser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7,8
																										zusammen	1	—
VI. Gasanstalten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	12,8
																										zusammen	1	—
VII. Werkstätten-Gebäude:																												
a) Betriebs-Werkstätten	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	8,0
b) Wagen- und Tender-Reparatur-Werkstätten	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	5,7
c) Wagen-Revisions-Schuppen, Bretterfachwerk	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4,4
d) Holzschuppen, Ziegelfachwerk	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3,4
																										zusammen	8	—
VIII. Magazine (zweigeschossig)	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	8,8
																										zusammen	2	—
IX. Dienstgebäude:																												
a) Güter-Abfertigungs-Gebäude, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10,5
b) Stations-Dienstgebäude, im wesentlichen zweigeschossig, theilw. Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,3
c) Eisenbahn-Directions-Gebäude, viergeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	18,7
d) desgl., vier-, theilw. fünfgeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	18,3
																										zusammen	5	—
X. Dienstwohn-, Uebernachtungs- u. Aufenthalts-Gebäude:																												
a) Arbeiter-Wohnhäuser, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	3	7	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	9,4
b) desgl., dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	1	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	10,3
c) Dienstwohngebäude für Unter- u. mittlere Beamte, ein-, theilw. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	9,9
d) desgl., zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	1	9	14	7	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	36	10,8
e) desgl., dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	9,8
f) Uebernachtungs-Gebäude, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,3
g) desgl., theilw. zweigeschossig, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8,0
h) desgl., zweigeschossig, massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	10,7
i) Aufenthalts-Gebäude, mit Pförtnerwohnung, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8,6
																										zusammen	95	—
Schulgebäude (zweigeschossig)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9,5
																										zusammen	1	—
Nebengebäude (bei 1 ausgeführt):																												
a) Wirthschaftsgebäude, in Verbindung mit Post-Diensträumen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,2
b) Abtrittsgebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	15,4
																										zusammen	2	—

*) Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten blieben in dieser Tabelle unberücksichtigt. — Einzelne ausnahmsweise hohe oder niedrige Einheitspreise sind eingeklammert und bei Ermittlung der Durchschnittspreise nicht in Betracht gezogen. — Alle Gebäude sind, wenn nichts anderes bemerkt ist, massiv oder im wesentlichen massiv.

Tabelle A.[*]

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Hochbauten der preufsischen Staatseisenbahn-Verwaltung, auf 1 qm bebauter Grundfläche als Einheit bezogen.

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 qm in Mark rund: 20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	250	300	330	Anzahl der Bauten im ganzen	Genauer Durchschnittspreis für 1 qm ℳ
	Anzahl der Bauten:																														
I. Empfangs-Gebäude:																															
a) eingeschossig	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	1	1	—	—	2	—	—	1	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	10	73,2
b) theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	5	112,0
c) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	1	(1)	—	—	7	170,1
Empfangsgebäude nebst Güterschuppen:																															
d) Empfangsgebäude eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	67,2
e) desgl. theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	99,3
f) desgl. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	106,7
zusammen																														32	—
II. Güterschuppen:																															
a) offene Güter-Umladehallen	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	31,5
b) Güterschuppen, Ziegelfachwerk, ohne Keller	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	39,5
c) desgl. massiv, ohne Keller	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	51,6
d) desgl. desgl., zur Hälfte unterkellert	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	47,8
Güterschuppen nebst Abfertigungs-Gebäude:																															
e) Güterschuppen, Ziegelfachwerk, ohne bezw. im wesentl. ohne Keller, Abfert.-Geb. massiv	—	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	52,0
f) Güterschuppen, im wesentl. ohne Keller, und Abfertigungs-Gebäude ausgemauert. Eisenfachw.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	60,7
g) Güterschuppen, ganz bezw. theilweise unterkellert, und Abfert.-Geb. massiv	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	58,4
zusammen																														20	—
III. Locomotivschuppen:																															
a) rechteckig, mit directen Einfahrtsgleisen, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	40,6
b) desgl., mit Schiebebühne, ausgemauertes Eisenfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	57,8
c) desgl. desgl., massiv	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	49,9
d) ringförmig, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	39,8
e) desgl. im wesentlichen massiv	—	—	—	—	3	1	—	3	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	53,0
zusammen																														17	—
IV. Wasserthürme (nur in Tabelle B und C aufgenommen).																															
V. Maschinen- und Kesselhäuser	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	51,7
zusammen																														1	—
VI. Gasanstalten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	72,9
zusammen																														1	—
VII. Werkstätten-Gebäude:																															
a) Betriebs-Werkstätten	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	49,7
b) Wagen- und Tender-Reparatur-Werkstätten	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	40,1
c) Wagen-Revisions-Schuppen, Bretterfachwerk	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	27,4
d) Holzschuppen, Ziegelfachwerk	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	20,7
zusammen																														8	—
VIII. Magazine (zweigeschossig)	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	98,6
zusammen																														2	—
IX. Dienstgebäude:																															
a) Güter-Abfertigungs-Gebäude, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	70,0
b) Stations-Dienstgebäude, im wesentlichen zweigeschossig, theilweise Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	112,1
c) Eisenbahn-Directions-Gebäude, viergeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	298,5
d) desgl., vier-, theilweise fünfgeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	328,9
zusammen																														5	—
X. Dienstwohn-, Uebernachtungs- u. Aufenthalts-Gebäude:																															
a) Arbeiter-Wohnhäuser, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	3	—	—	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	79,0
b) desgl., dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(2)	(2)	1	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	117,6
c) Dienstwohngebäude für Unter- u. mittlere Beamte, ein-, theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	89,6
d) desgl., zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	8	16	7	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	36	110,9
e) desgl., dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	8	123,6
f) Uebernachtungs-Gebäude, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	84,7
g) desgl., theilweise zweigeschossig, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	84,9
h) desgl., zweigeschossig, massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	119,3
i) Aufenthalts-Gebäude, mit Pförtnerwohnung, eingeschossig	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	(43,6)
zusammen																														95	—
Schulgebäude (zweigeschossig)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	115,8
zusammen																														1	—
Nebengebäude (bei I ausgeführt):																															
a) Wirthschaftsgebäude, in Verbindung mit Postdiensträumen	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	53,1
b) Abtrittsgebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	118,2
zusammen																														2	—

[*] Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten blieben in dieser Tabelle unberücksichtigt. — Einzelne ausnahmsweise hohe oder niedrige Einheitspreise sind eingeklammert und bei Ermittlung der Durchschnittspreise nicht in Betracht gezogen. — Alle Gebäude sind, wenn nichts anderes bemerkt ist, massiv oder im wesentlichen massiv.

Tabelle B.*)

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Hochbauten der preufsischen Staatseisenbahn-Verwaltung, auf 1 cbm umbauten Raumes als Einheit bezogen.

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 cbm in Mark, rund: 3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	30	40	Anzahl der Bauten im ganzen	Genauer Durchschnittspreis für 1 cbm ℳ
	Anzahl der Bauten:																											
I. Empfangs-Gebäude:																												
a) eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	2	1	1	2	—	(1)	—	—	—	—	—	—	10	11,0
b) theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	(2)	—	—	—	—	—	—	5	12,0
c) zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	1	—	(1)	(1)	—	—	7	14,7
Empfangsgebäude nebst Güterschuppen:																												
d) Empfangsgebäude eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	11,4
e) desgl. theilweise zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	11,7
f) desgl. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10,9
zusammen																											32	—
II. Güterschuppen:																												
a) offene Güter-Umladehallen	—	—	1	2	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4,9
b) Güterschuppen, Ziegelfachwerk, ohne Keller	—	1	—	—	—	—	1	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	5,2
c) desgl. massiv, ohne Keller	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6,8
d) desgl. desgl., zur Hälfte unterkellert	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6,5
Güterschuppen nebst Abfertigungs-Gebäude:																												
e) Güterschuppen, Ziegelfachwerk, ohne bezw. im wesentl. ohne Keller, Abfert.-Geb. massiv	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6,8
f) Güterschuppen, im wesentl. ohne Keller, und Abfert.-Geb. ausgemauert. Eisenfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9,3
g) Güterschuppen, ganz bezw. theilw. unterkellert, und Abfert.-Geb. massiv	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	8,1
zusammen																											20	—
III. Locomotivschuppen:																												
a) rechteckig, mit directen Einfahrtsgleisen, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6,3
b) desgl., mit Schiebebühne, ausgemauertes Eisenfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8,3
c) desgl., desgl., massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7,5
d) ringförmig, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6,1
e) desgl. im wesentlichen massiv	—	—	—	—	2	1	1	2	3	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	7,3
zusammen																											17	—
IV. Wasserthürme:																												
a) mit freistehendem Wasserbehälter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	16,4
b) mit umbautem Wasserbehälter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	7	3	1	14	23,4
zusammen																											15	—
V. Maschinen- und Kesselhäuser	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7,8
zusammen																											1	—
VI. Gasanstalten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	12,8
zusammen																											1	—
VII. Werkstätten-Gebäude:																												
a) Betriebs-Werkstätten	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	8,0
b) Wagen- und Tender-Reparatur-Werkstätten	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	5,7
c) Wagen-Revisions-Schuppen, Bretterfachwerk	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4,4
d) Holzschuppen, Ziegelfachwerk	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3,4
zusammen																											8	—
VIII. Magazine (zweigeschossig)	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	8,8
zusammen																											2	—
IX. Dienstgebäude:																												
a) Güter-Abfertigungs-Gebäude, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10,5
b) Stations-Dienstgebäude, im wesentlichen zweigeschossig, theilw. Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,3
c) Eisenbahn-Directions-Gebäude, viergeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	18,7
d) desgl., vier-, theilw. fünfgeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	18,3
zusammen																											5	—
X. Dienstwohn-, Uebernachtungs- u. Aufenthalts-Gebäude:																												
a) Arbeiter-Wohnhäuser, zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	3	7	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	9,4
b) desgl., dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	1	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	10,3
c) Dienstwohngebäude für Unter- u. mittlere Beamte, ein-, theilw. zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	9,9
d) desgl., zweigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	1	9	14	7	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	36	10,8
e) desgl., dreigeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	9,8
f) Uebernachtungs-Gebäude, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,9
g) desgl., theilw. zweigeschossig, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8,0
h) desgl., zweigeschossig, massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	10,7
i) Aufenthalts-Gebäude, mit Pförtnerwohnung, eingeschossig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8,6
zusammen																											95	—
Schulgebäude (zweigeschossig)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9,5
zusammen																											1	—
Nebengebäude (bei I ausgeführt):																												
a) Wirthschaftsgebäude, in Verbindung mit Post-Diensträumen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11,3
b) Abtrittsgebäude	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	15,8
zusammen																											2	—

*) Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten blieben in dieser Tabelle unberücksichtigt. — Einzelne ausnahmsweise hohe oder niedrige Einheitspreise sind eingeklammert und bei Ermittlung der Durchschnittspreise nicht in Betracht gezogen. — Alle Gebäude sind, wenn nichts anderes bemerkt ist, massiv oder im wesentlichen massiv.

Tabelle C.*)

Ausführungskosten der in vorstehenden Tabellen mitgetheilten Hochbauten der preufsischen Staatseisenbahn-Verwaltung, auf 1 Nutzeinheit bezogen.

Gebäude-Gattung	Kosten für 1 Nutzeinheit in Mark, rund: 25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120	145	165	235	1500	2000	2500	3000	3500	4500	5000	5500	6000	6500	7000	9000	10000	11000	Anzahl der Bauten im ganzen	Genauer Durchschnittspreis f. 1 Nutzeinheit ℳ
	Anzahl der Bauten:																																		
II. Güterschuppen (auf 1 qm Güterbodenfläche als Einheit bezogen):																																			
a) offene Güter-Umladehallen	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	32,0
b) Güterschuppen, Ziegelfachw., ohne Keller	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	47,4
c) desgl., massiv, ohne Keller	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	61,4
d) desgl., desgl., zur Hälfte unterkellert	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	51,3
Güterschuppen nebst Abfert.-Gebäude:																																			
e) Güterschuppen, Ziegelfachwerk, ohne bezw. im wesentl. ohne Keller, Abfertigungs-Gebäude massiv	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	59,3
f) Güterschuppen, im wesentl. ohne Keller, u. Abfert.-Geb. ausgemauert. Eisenfachw.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	77,3
g) Güterschuppen, ganz bezw. theilweise unterkellert, u. Abfert.-Geb. massiv	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	57,8
																																	zusammen	17	—
III. Locomotivschuppen (auf 1 Stand für Locomotive mit Tender bezw. auf 2 Stände für Tenderlocomotiven als Einheit bezogen):																																			
a) rechteckig, mit directen Einfahrtsgleisen, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	(1)	—	—	3	5649,5
b) desgl., mit Schiebebühne, ausgemauertes Eisenfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	1	(9842,6)
c) desgl., desgl., massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	7404,2
d) ringförmig, Ziegelfachwerk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	5268,0
e) desgl., im wesentlichen massiv	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3	—	2	(1)	(1)	10	6813,9
																																	zusammen	16	—
IV. Wasserthürme (auf 1 cbm Inhalt des Wasserbehälters als Einheit bezogen):																																			
1) mit freistehendem Wasserbehälter, bei 115 cbm nutzb. Inhalt des Wasserbehälters	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	99,3
2) mit umbautem Wasserbehälter:																																			
a) bei 50 cbm nutzb. Inh. d. Wasserbeh.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	(233,0)
b) „ 100-110 „ „ „ „ „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	1	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	118,6
c) „ 200 „ „ „ „ „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	82,4
d) „ 300 „ „ „ „ „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	77,8
																																	zusammen	14	—
X. Dienst-Wohngebäude (auf 1 Familie als Einheit bezogen):																																			
1) für Arbeiter:																																			
a) zweigeschossig (4 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	2606,1
b) desgl. (8 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	2696,6
c) dreigeschossig (6 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	2270,4
d) desgl. (12 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	2040,8
e) desgl. (18 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1994,0
2) für Unterbeamte:																																			
a) zweigeschossig (4 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	11	3394,6
b) desgl. (8 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2674,4
c) dreigeschossig (3 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	4822,7
d) desgl. (6 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2723,5
e) desgl. (12 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	2516,9
3) für Unter- und mittlere Beamte:																																			
a) ein-, theilw. zweigeschossig (2 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	4872,0
b) desgl. (3 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	3	4622,0
c) zweigeschossig (2 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2	6065,8
d) desgl. (3 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4717,8
4) für mittlere Beamte:																																			
a) zweigeschossig (2 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6	1	2	—	—	—	—	10	5681,2
b) desgl. (4 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	4	—	1	—	—	—	—	8	5275,5
c) dreigeschossig (6 Familien)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4670,2
																																	zusammen	87	—
Schulgebäude (zweigeschossig, auf 1 Kind als Einheit bezogen)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	92,0
																																	zusammen	1	—

*) Zur Vergleichung nicht geeignete Bauten blieben in dieser Tabelle unberücksichtigt. — Einzelne ausnahmsweise hohe Einheitspreise sind eingeklammert und bei Ermittlung der Durchschnittspreise nicht in Betracht gezogen. — Alle Gebäude sind, wenn nichts anderes bemerkt ist, massiv oder im wesentlichen massiv.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.

JAHRGANG L. 1900. HEFT X BIS XII.

Das Kreisständehaus in Gnesen.

(Mit Abbildungen auf Blatt 58 bis 61 im Atlas.)

Die Gebäude der Selbstverwaltung haben von jeher einen eigenen Reiz für den Architekten gehabt. Während die malerische Ausbildung der Rathhäuser bis ins früheste Mittelalter zurückreicht, ist die der Kreishäuser erst nach Einführung der neuen Kreisordnung, die dem Kreise mehr Selbständigkeit gab und infolge dessen mehr Verwaltungsräume verlangte, als neue Aufgabe für den Architekten aufgetreten. Sehr oft sind die für den Kreis erforderlichen Verwaltungsräume mit denen anderer Verwaltungen unter einem Dache untergebracht, hauptsächlich wo alte Schlösser oder Klöster oder sonstige ihren früheren Bestimmungen entzogene fiscalische Bauten zur Verfügung standen. Für gewöhnlich bilden auch diese Bauten ein interessantes, malerisches, im Laufe der Jahrhunderte entstandenes Gemenge von Bautheilen und Baustilen. Es ist daher leicht begreiflich, dafs man auch bei Errichtung neuer Ständehäuser auf diese malerischen Bauten und auf die alten volksthümlichen Rathhäuser zurückgreift. Wie das Rathhaus das städtische Gemeinwesen, mit dessen Entwicklung es stets eng verknüpft ist, im Aeufseren zum Ausdruck bringt, so soll das Kreisständehaus die Bedeutung des Kreises aussprechen und bildet daher mit Recht in der Kreisstadt ein bedeutsames Ausdrucksmittel für den Kreis und seine Verwaltung. Das in unseren Abbildungen Bl. 58 bis 61 dargestellte Kreisständehaus in Gnesen ist ein Beispiel gröfserer Bauten dieser Art.

Lageplan.

Es enthält die Geschäftsräume des Landrathsamtes, des Kreisausschusses und der Kreissparkasse und nimmt ferner die Landrathsdienstwohnung sowie zwei Wohnungen für Unterbeamte in sich auf. Das Gebäude ist auf einem Eckgrundstück mit zwei Seiten Strafsenfront an der Bahnhof- und Parkstrafse und einem angehängten Nebengrundstück errichtet (s. den Lageplan). Die Eingänge zu den Geschäftsräumen und zur Dienstwohnung des Landraths sind getrennt. Ersterer als Haupteingang liegt an der Bahnhofstrafse, während die Auffahrt und der Zugang zu letzterem von der Parkstrafse aus erfolgt.

In dem 2,70 m über Gelände liegenden Erdgeschoss (Abb. 2 Bl. 60) sind mit Ausnahme des grofsen Kreistagsitzungssaales alle vorerwähnten Abtheilungen untergebracht. Durch eine geräumige Vorhalle, die in ganzer Breite bequem und behäbig die zur Ersteigung des Erdgeschosses erforderlichen Treppenstufen durch einen Absatz unterbrochen aufnimmt, gelangt man in die zweischiffige geräumige Wartehalle, von der sich an beiden Enden schmalere Flure abzweigen. Dient der kurze Flur zur Vermittlung des Zugangs zum Steueramte und vor allen Dingen zur Beleuchtung der Wartehalle am hinteren Ende, so vermittelt der längere, im Flügel an der Bahnhofstrafse liegende Flur den Zugang zu den Räumen der Kreiskasse und ist daher auch nach der Wartehalle hin durch ein schmiedeeisernes, während der dienstfreien Zeit zu verschliefsendes Gitter abgeschlossen. Zwischen der Haupteingangshalle und dem Kassenzahlraum ist noch eine Nebentreppe eingeschaltet, die nach dem Erdgeschofs vollständig abgeschlossen ist und die nothwendige bequeme Verbindung zwischen den Wirthschaftsräumen des Landraths im Keller mit der Landrathsdienstwohnung und dem im Dachgeschofs untergebrachten Küchen- und Wirthschaftsräumen herstellt.

Im ausgebauten Dachgeschosse (Abb. 4 Bl. 61) sind aufserdem noch Dienstbotenräume und ein Fremdenzimmer untergebracht. Das Zimmer des Landraths ist einestheils in zweckmäfsige unmittelbare Verbindung mit dem Kreissecretär- und dem Kreisausschufs-Sitzungszimmer, anderntheils in bequeme Verbindung mit der Landrathsdienstwohnung gebracht. Das Obergeschofs (Abb. 1 Bl. 60) enthält an einem im rechten Winkel geknickten Flur, der sich am Knickpunkte erweitert, die Wohn- und Repräsentationsräume. Durch Ueberbauung der halben Breite der unteren Wartehalle wurde hier ein geräumiger, 10,0 zu 8,75 m grofser Kreistagsitzungssaal geschaffen, der durch einen geräumigen Vorsaal von der vornehm angelegten Wohnungstreppe zugänglich ist. Dieser Vorsaal vermittelt gleichzeitig den Zugang zum Zimmer des Landraths und zur Landrathsdienstwohnung. Die Lage des grofsen Sitzungssaals nach dem Hofe hin war erwünscht, um den Zusammenhang der Wohnräume nicht zu stören und die Strafsenseite für dieselben frei zu halten. Wenngleich der Architekt durch diese Forderung auf ein charakteristisches Motiv bei Ausbildung der Parkstrafsenfront verzichten mufste, so hat er es doch verstanden, dem Gebäude ein monumentales, dem Zwecke angepafstes Gepräge zu verleihen. In kraftvoller Weise baut sich im Stile der in die Barockzeit überleitenden kleinen Renaissance-Landsitze das Ganze über einem hoch aus dem Gelände herausgehobenen Kellergeschosse in zwei Hauptgeschossen auf. Es ist mit einem steilen, den drei Geschossen an Höhe gleichkommenden Dache abgeschlossen. Forderte schon das Eckgrundstück an der verkehrsreichen Bahnhofstrafse zu einem malerischen Aufbau heraus, so zwang auch die allseitig freie Lage des Gebäudes, die auch einen Blick auf die Hinterfronten zuläfst, dazu, alle Fronten entsprechend architektonisch auszubilden. Es wurden daher alle Seiten, wie uns die Abbildungen auf Blatt 58 u. 59 zeigen, mit gleicher Liebe durchgebildet. Das Gebäude wurde in ausgiebiger Weise

mit Schnörkelgiebeln und Giebelchen, mit Thürmen, Dachaufbauten und Luken, mit Erkern und Balconen geschmückt. Auch die Schornsteinköpfe wurden bei der architektonischen Durchbildung nicht vergessen. Die Ecke wurde dadurch besonders hervorgehoben, dafs hier zwischen Giebelaufbau und Dachtraufe noch ein Geschofs zwischengeschaltet wurde, das zur Gewinnung gerade abgeschlossener Dachgeschofsräume erforderlich war. Von dem breiten Risalit an der Parkstrafse löst sich in geschickter Weise nach der Bahnhofstrafse hin, der Grundrifseintheilung entsprechend, ein Thurmbau ab, der, oben mit einer geschweiften Haube abgeschlossen, den Giebel flankirt. Gleiche Sorgfalt wie der äufseren, wurde auch der inneren Ausbildung zu theil. Die Decken in den Fluren wurden ebenso wie die zweischiffige Wartehalle als spätgothische Zellengewölbe ausgeführt. Zu den Pfeilerstützen der grofsen Wartehalle und zu sämtlichen Treppenstufen wurde Granit verwandt. Der sonstige innere Ausbau ist gediegen. Die Decken im Speisezimmer und im Kreistagssaal sind in Holztäfelung ausgeführt. Die Decken der übrigen Räume sind in Putz mit Zierleisten und Vouten behandelt. Das Kreisausschufs-Sitzungszimmer und das Speisezimmer des Landraths haben hohe hölzerne Wandbekleidung erhalten. Von den Fronten ist noch zu bemerken, dafs die äufseren Flächen der massiven Umfassungswände verputzt und mit Werksteingliederungen in schlesischem Sandstein ausgestattet sind. Mit Ausnahme der Flächen über dem Dachgesimse ist der Putz rauh mit glatten Streifen an den Ecken ausgeführt. Die Giebelschnörkel und die Schornsteinköpfe sind ebenfalls in Werkstein hergestellt, dagegen sind die Fensterfasen in Putz ausgeführt. Das Dach ist mit Biberschwänzen als Doppeldach gedeckt. Die Kehlen sind gleichfalls mit Ziegeln ausgekleidet.

Die Baukosten haben 187 000 ℳ betragen. Das Stall- und Remisengebäude (Abb. 2 u. 3 Bl. 61) reiht sich dem Hauptgebäude in gefälliger Weise an. Auch hier ist der landsitzartige Charakter gewahrt und durch gruppirte Anlagen im Grundrifs und Aufrifs betont. Es enthält einen Stall für vier Pferde, einen geräumigen Wagenschuppen und eine Geschirrkammer. Eine Treppe führt zu der im theilweise ausgebauten Dachgeschosse untergebrachten Kutscherwohnung. Der dem Stallgebäude angeschlossene geräumige Stallhof mit der Dunggrube liefs die Errichtung eines Hühnerstalls an der Hofecke des Gebäudes als vortheilhaft erscheinen. Die Baukosten des Stallgebäudes haben einschliefslich der angrenzenden massiven Umwehrung 11 000 ℳ betragen. Die Ausführung der Gesamtanlage erfolgte nach dem Entwurfe und unter Oberleitung des Professors H. Hartung in Grunewald bei Berlin.

Die Hauptkirche St. Jakob in Rothenburg o. d. Tauber.

Von L. Häffner, Architekt in Nürnberg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 62 bis 66 im Atlas.)

Wenn wir die ehemaligen freien Reichsstädte des heil. römischen Reiches durchwandern oder ihre bildlichen Darstellungen in der Münsterschen Kosmographia oder in den Merianschen Topographieen betrachten, so finden wir stets zwei Bauwerke besonders hervorgehoben: das Rathhaus und die Stadtkirche. Es geschah nicht ohne innere Berechtigung, dafs diese Bauten mit besonderem Aufwande hergestellt und, namentlich in den kleineren Reichsstädten, eine das damalige Bedürfnifs übersteigende Gröfse erhalten haben. Dem Bürger und Landunterthanen galt das Rathhaus als Zeichen der oftmals unter harten Kämpfen errungenen und behaupteten freien, selbständigen Verwaltung, als Stätte der vom kaiserlichen Schutzherrn verliehenen eigenen Gerichtsbarkeit über Leben und Tod, an welcher er bei jedem Wechsel des Stadtregimentes den Eid der Treue abzulegen hatte. In der Kirche sollte der fromme Sinn der innerhalb des Mauergürtels Weilenden eine würdige Pflegestätte finden und zu fortwährender Aneiferung und Förderung gebracht werden, mitunter diente dieselbe in Zeiten der Kriegsgefahr und bei sonstigen politischen Verwicklungen zur Versammlung und Verkündigung für die Gemeinde. Meist sind es auch die alten rathsfähigen Geschlechter, die zum Bau der Kirche in freigebiger Weise beigetragen haben und in derselben zur letzten Ruhe gebettet wurden.

In Süddeutschland sehen wir vor allem die Stadt Nürnberg, die in ihrem Rathhaus und in ihren Kirchen hervorragende Bauten schafft und diese mit den besten Werken der in so grofser Anzahl in ihren Mauern wohnenden Künstler ausschmückt. Auch Augsburg nimmt eine bedeutende Stellung in dieser Beziehung ein. In Ulm legt die Bürgerschaft im Jahre 1377 am Münsterplatz den Grundstein zu einem der hervorragendsten kirchlichen Bauwerke Deutschlands. In Nördlingen, Dinkelsbühl und Weifsenburg am Sand treffen wir ebenfalls malerisch gestaltete Rathhäuser und grofse, reichgeschmückte Stadtkirchen. Auch die ehemalige Reichsstadt Rothenburg o. d. Tauber besitzt in ihrem Rathhaus und in ihrer Stadtkirche zwei alte Bauwerke, die sich getrost denjenigen gröfserer Städte an die Seite stellen können. In jedem deutschen baugeschichtlichen Werke findet das Rothenburger Rathhaus Erwähnung, bei welchem der Renaissancebau in so reizvolle Verbindung mit dem gothischen Saalbau gebracht ist. War es doch auch dieser alte gothische Bautheil mit dem schlanken Giebelthurm, der ein so dankbares Motiv für die äufsere Gestaltung des „Deutschen Hauses" auf der Weltausstellung in Chicago gegeben hat!

Die vorliegende Abhandlung soll der Stadtpfarrkirche St. Jakob gewidmet sein (Blatt 62 bis 66). Anlafs hierzu gab die beabsichtigte Wiederherstellung des Aeufseren der Kirche, mit deren Entwurf ich betraut war. Zu dem Zwecke wurden die von mir in früheren Jahren gemachten Einzelaufnahmen zu einer vollständigen Mafsaufnahme ergänzt. — Die Geschichte der Stadt ist eng mit derjenigen der uralten Veste Rothenburg o. d. T. verknüpft, welche die ganze südwestlich der Stadt

in das Thal vorspringende Landzunge bedeckte und deren Grundmauern noch heute erkennbar sind. Ein im Jahre 1811 abgetragener, sehr stark gebauter Thurm, als Pharamundsthurm bezeichnet, soll von dem gleichnamigen Frankenherzog zu Anfang des 5. Jahrhunderts erbaut worden sein. Die erste urkundliche Nachricht über die Burg und ihre Besitzer, die Grafen von Rothenburg, stammt aus dem Jahre 804. Rüxner erwähnt in seinem Turnierbuch, dafs im Jahre 942 das zweite Turnier deutscher Nation zu Rothenburg o. d. T. gehalten worden sei. Nach Aussterben des Grafengeschlechtes kam im Jahre 1116 die Burg als Erbe an das hohenstaufische Haus, und Kaiser Friedrich Barbarossa war es, der im Jahre 1172 die Stadt zur reichsfreien machte, die Burg aber als Reichsburg für sich und seine Nachkommen vorbehielt. Die über die Burg gesetzten Landvögte hatten zugleich das kaiserliche Landgericht zu hegen, wir finden unter ihnen die Geschlechter v. Hohenlohe, v. Tann, v. Teck, v. Seckendorf, v. Seinsheim, die Reichsküchenmeister v. Nordenberg u. a. vertreten, und einzelne von ihnen errichteten Stiftungen, die für die Stadt von großer Bedeutung waren. So stiftet Leupold v. Nordenberg im Jahre 1258 das Dominicanerkloster, Johann v. Hornburg 1282 das Franciscanerkloster und 1280 Leopold v. Weiltingen das hl. Geistspital, dessen Vermögen gegenwärtig auf etwa $3^1/_2$ Mill. Mark angewachsen ist. Als im Jahre 1356 die Reichsburg durch ein Erdbeben stark gelitten hatte, wurde sie der Stadt zum Abbruch überlassen. Nur die romanische Burgcapelle ist noch vorhanden. Auch das kaiserliche Landgericht ging als sogenanntes Reichsrichteramt an die Stadt über. Aus dem Vermögen der 1544 aufgehobenen obengenannten Klöster wurden später die schönen Renaissancebauten des Gymnasiums und des Spital-Hauptgebäudes errichtet. — Das vorerwähnte Geschlecht der Grafen von Rothenburg hielt im 10. und 11. Jahrhundert häufig den Bischofsstuhl von Würzburg besetzt, und dies war jedenfalls auch für Rothenburg in kirchlicher Hinsicht nicht ohne Einflufs. So finden wir die erste Kirche in Rothenburg, auf deren Grundmauern zum Theil die heutige St. Jakobskirche erbaut ist, dem hl. Kilian geweiht. Der hierzu gehörige Kirchenplatz hatte sowohl nach Osten als nach Westen eine gröfsere Ausdehnung, als heute. Auf ihm entstanden im Laufe der Zeit drei räumlich von einander getrennte Bauwerke, die nach der Längsrichtung des Platzes von Osten nach Westen in einer Achse standen, und zwar: in der Mitte die obenerwähnte alte Pfarrkirche, westlich von dieser, durch die alte Klingengasse getrennt, die Capelle zum heiligen Blut, 1266 als Wallfahrtscapelle vollendet und geweiht,[1]) östlich von der Kirche die schöne St. Michaelscapelle (Text-Abb. 1), als Oktogon im Jahre 1449 erbaut, im Jahre 1814 von der königlichen bayerischen Stiftungsadministration um 200 Gulden auf Abbruch verkauft. Auch diese alte Pfarrkirche scheint von ansehnlicher Gröfse gewesen zu sein, da in ihr bereits sechs Altäre aufgestellt waren. Sowohl die Kirche, in der seit dem Jahre 1258 der Deutsch-Orden die Pflege des Gottesdienstes übernommen hatte, wie die westlich gelegene Capelle waren reich mit Reliquien — im ganzen wurden 323 gezählt — bedacht. Die bedeutendste derselben war ein Tropfen des Blutes Christi, welche noch heute im südlichen Seitenaltar aufbewahrt ist.



Abb. 1. Ehemalige St. Michaelscapelle.

a Gymnasium b St. Jakobskirche c St. Michaelscapelle d Zeughaus

Die Kirche sowohl, als die Capelle zum hl. Blut wurden mit der Zeit für die Scharen der Wallfahrer und für die Einwohner der Stadt zu klein, sodafs um die Mitte des 14. Jahrhunderts der Bau einer gröfseren Pfarrkirche an derselben Stelle beschlossen wurde, wobei wohl schon damals eine Verschmelzung der heil. Blutcapelle mit der neu zu errichtenden Kirche ins Auge gefafst war. Der Baubeginn erfolgte im Jahre 1373.

Baubeschreibung.

Der langgestreckte Bau der St. Jakobskirche (Abb. 2 Bl. 65) gliedert sich in einen gleichbreiten Ost- und Westchor, ein in gleicher Breite und Höhe mit den Chören durchlaufendes Mittelschiff, beiderseitige niedrigere Seitenschiffe mit nach aufsen vorgelegten Strebepfeilern und Strebebögen zum Hochschiff. Sowohl an der Süd- als der Nordseite sind am dritten und vierten Joch den Seitenschiffen Capellen vorgelegt, südlich die Toppler- und Spörleins-Capelle, nördlich die Wörnitzer- und Häuptleis-Capelle. Am Anschlufs von dem Ostchor und den Seitenschiffen sind die zwei Thürme eingefügt. Am Nordthurm und Ostchor angebaut ist die alte Sacristei, dementsprechend an der Südseite stand früher der Oelberg. Einen weiteren Anbau der Südseite, und zwar an das zweite Joch des Seitenschiffes, bildet die Vorhalle zur

1) Zahlreiche Ablafsbriefe von sechs Päpsten aus den Jahren 1278 bis 1411 für die Capelle „*in honorem gloriosissimi corporis et sanguinis Domini nostri Jesu Christi*" sind noch vorhanden und lauten auf je 40 Tage Ablafs.

Brautthüre (Text-Abb. 2), 1479 errichtet. Der Westchor überbrückt eine senkrecht zu seiner Längsrichtung durchlaufende Hauptstrafse, infolge dessen liegt sein Fufsboden um etwa 5 m höher als der des Schiffes und ist eine Verbindung mit dem letzteren durch beiderseits an die Chorumfassungen angefügte steile Treppenanlagen hergestellt. Dieser Höhenunterschied wurde ferner dazu benutzt, um durch eine über die zwei westlichen Joche in die drei Schiffe vorgebaute steinerne Empore den Westchor noch bedeutend zu vergröfsern und auf dieser den von Wallfahrern viel besuchten Altar mit der Reliquie des hl. Blutes aufstellen zu können. Eine von dieser Empore aus zugängliche, nach aufsen vorgelegte Wendeltreppe führt bis zum Dachboden des Hochschiffes bietet die Kirche von den westlich über dem Tauberthal gelegenen Bergen aus.

Die Anlage zweier Thürme am Anschlufs von dem Ostchor und den Seitenschiffen und deren Ausbildung mit Steinhelmen ohne achteckiges Uebergangsgeschofs, sowie die durch die Strafsendurchfahrt geschaffene angenehme Unterbrechung der Längsfronten sind bezeichnende Merkmale der Rothenburger Stadtpfarrkirche, durch welche sie jene eigenartige Stellung unter den Kirchen des bayerischen Landes einnimmt.

Im Innern der Kirche zeigen sich die Mittelschiffpfeiler als quadratische, bezw. rechteckige, an den Ecken abgefaste Pfeiler mit kräftig vortretenden, birnstabähnlichen Diensten, aus welchen die Gewölberippen ohne Capitelle sich


Abb. 2. Vorhalle zur Brautthüre.

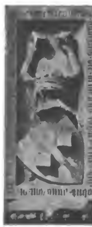

Abb. 3. Grabmal des Burgermeisters Toppler.


Abb. 4. Ansicht der Kirche von Südosten.

und trägt auf ihrer Endigung das Steinbild eines sich herabstürzenden Baumeisters (Bl. 63).

Die Hauptzierde des Aeufseren bildet der hochaufragende Ostchor (Bl. 62 u. Text-Abb. 4), noch aus der Blüthezeit der Gothik stammend, mit seinen fein gegliederten Strebepfeilern, dem edlen Fenstermafswerk, der prächtigen Figurengruppe mit dem Ecce homo am mittleren Fenster und dem hohen, schönen Steinkreuz auf dem Dache. Aufserdem sind hervorzuheben die beiden Thürme mit ihren durchbrochenen, ungleich hohen Steinhelmen, letztere ohne achteckigen Uebergang auf das Thurmviereck aufgesetzt, ferner die westlichen, reich durchgebildeten Strebepfeiler-Bekrönungen der Seitenschiffe mit ihren lebensgrofsen Propheten-Figuren und der hohe, spätgothische, trotz seiner Einfachheit erhaben wirkende Westchor. Durch das hohe Dach mit dem auf eine Länge von 74 m in einer ungebrochenen Wagerechten verlaufenden Dachfirste und durch die zwei helmgekrönten Thürme kennzeichnet sich die Kirche schon von der Ferne als bedeutendes Bauwerk und beherrscht das thurmreiche Stadtbild. Einen sehr schönen Anblick entwickeln. Im Ostchor sind nur in den Ecken des Achtortes rippenartige Dienste vorhanden, an welchen ganz schwach gehaltene, simsartige Unterbindungen die Stelle der Capitelle andeuten, während die übrigen Gewölberippen des Ostchores auf schön ornamentirten Consolen aufsitzen. Die Kreuzgewölbe sind in einfacher Weise mit gleichstarken Diagonal- und Gurtbogen-Rippen mit Birnstabprofil hergestellt. Die Schlufssteine am Ostchor zeigen die vier Evangelisten-Symbole und Gott Vater, in den Schiffen sind dieselben entweder mit sehr plastisch gearbeitetem, verschiedenartigem Laubwerk oder mit Wappenschilden geschmückt, auf denen meist der Reichsadler und das Stadtwappen in heraldischer Fassung vorkommt. Das Gewölbe des Westchores ist als spätgothisches Sterngewölbe ohne ausgeprägte Schlufssteine hergestellt, an ihm zeigen sich bereits geschweifte Grundrifsformen. Triforien fehlen, wie dies aus der späten Ausführungszeit nicht anders erklärlich ist, an ihre Stelle treten nur kahle, viereckige Oeffnungen. Die zwei vorderen Schiffpfeiler sind mit je vier lebensgrofsen Steinfiguren auf schön gearbeiteten Capitellen

geschmückt — südlich der hl. Cristoph, St. Georg, Johannes der Täufer und Johannes der Evangelist, nördlich vier Apostel. Eine weitere Zierde bilden die alten Chorstühle und das Sacramentshäuschen mit seiner ursprünglichen Bemalung aus dem Jahre 1479, sowie der Grabstein (Text-Abb. 3), bezw. Wappenschild von Rothenburgs bedeutendstem Bürgermeister, Heinz Toppler, aus dem Anfange des 15. Jahrhunderts. Den Hauptschmuck hat das Innere jedoch in den drei vorderen, auf ihre ganze Höhe von 15 m mit kunstvollen alten Glasmalereien versehenen Fenstern des Ostcheres und in den drei Altären. Dem hervorragenden künstlerischen Werthe der Glasmalereien und Altäre wird in jedem deutschen kunstgeschichtlichen Werke die gebührende Anerkennung gezollt. Unter den farbenprächtigen, mannigfachen Darstellungen aus dem alten und neuen Testament, die die Glasmalereien enthalten, bemerken wir am mittleren Fenster das Bildnifs und Wappen des Stifters, Ritters Lösch, angebracht.

Der farbengefafste, reiche **Hauptaltar der zwölf Boten** wurde bereits im Jahre 1388 von Bürgermeister Toppler gestiftet, kam aber erst in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts zur Ausführung. Er enthält im Schreine links von Christus die Figur der hl. Maria, des Jakobus und der Elisabeth, rechts die des St. Johannes, des St. Lienhard und des St. Veit. Die prächtigen Köpfe der zwölf Apostel oder Boten in der Predella sind von Wohlgemuth gemalt, und über die acht auf Goldgrund gemalten Bilder an der Innenseite der Altarflügel besagt die Inschrift: „Dis Werk hat gemacht Friedrich Herlein 1466." Dieser, sich an die Eycksche Richtung anlehnende Künstler war um diese Zeit Bürger von Rothenburg und ist erst später nach Nördlingen verzogen. Auf der Aufsenseite der Altarflügel befanden sich ursprünglich Darstellungen örtlichen Inhalts, die später gröfstentheils übermalt wurden. Eines dieser freigelegten alten Bilder zeigt den Marktplatz mit dem Rathhaus vor dem Brande im Jahre 1501 und mit dem an Stelle des jetzigen Renaissancebaues gestandenen gothischen Rathhausflügel. Die beiden grofsen ungefafsten Seitenaltäre stammen nach aufgefundenen Belegen und Inschriften aus der Werkstätte **Til Riemanschneiders**. Der ältere, im nördlichen Seitenschiff stehende **Marien-Altar**, 1495 geliefert, enthält im Schreine die Krönung Mariäs und in der nischenartig vertieften Predella den Tod derselben dargestellt. Um das Sterbebett der Mutter Gottes sind die trauernden Apostel gruppirt, und nicht schwer ist an dem breiten, bartlosen Gesicht der einen Figur das Selbstbildnifs des Meisters zu erkennen. Der im südlichen Seitenschiffe stehende Altar „**St. Jobst zum heiligen Blute**" ist wohl eines der glänzendsten späteren Werke des Würzburger Meisters und als von ihm selbst gefertigt zu betrachten (Text-Abb. 5). Der Schrein enthält die plastische Darstellung des hl. Abendmahls, die Reliefs der Flügel zeigen den Einzug in Jerusalem und Christus am Oelberg, alle Figuren in peinlichst genauer, bis in die kleinsten Einzelheiten gehender Durchführung. In der Predella ist die Taufe Christi vorgeführt; leider sind dort auch einige unpassende Figuren aus späterer Zeit angebracht. In der Kapsel des oberhalb des Schreines befindlichen, von zwei Engeln gehaltenen Crucifixes sollen sich einige Tropfen des heiligen Blutes befunden haben. Obwohl nach den Kirchenbüchern dieser Altar im Jahre 1501 bei dem Meister „angedingt" wurde, findet sich auf dem einen Flügel die Inschrift: til·r·1479. Riemenschneider hatte wahrscheinlich diese Tafel vorräthig geschnitzt. Nach den vorhandenen Rechnungen erhielt der Meister für die figürlichen Arbeiten dieses Altares 55 Gulden 2 Pfund Heller, die Schreinerarbeit kostete 54 Gulden, das Vergolden des Kreuzes 6 Gulden! Auch bei diesem Altar findet sich das Selbstbildnifs Riemenschneiders in der Apostelgruppe des hl. Abendmahls.


Abb. 5. Altar zum heiligen Blut von Til Riemenschneider.

Das **Innere** ist bei der über 80 m betragenden Länge des Kirchenraumes und der Höhe von 24 m von bedeutender Wirkung. Diesen Gröfsenverhältnissen vermag aber die vorhandene Ausschmückung durch die gemalten Fenster, durch Chorstühle, Altäre und Steinsculpturen nicht das Gleichgewicht zu halten, infolge dessen macht das Innere bei der gänzlich einförmigen Austünchung einen kahlen nüchternen Eindruck, besonders im hohen Mittelschiff. In dieser Beziehung steht die Hauptkirche erheblich hinter der nächstgröfsten Rothenburgs, der gothischen Franciscanerkirche, zurück, deren Inneres durch den Lettner, durch schöne Grabdenkmäler, Epitaphien und Gemälde reich ausgestattet ist.

Aber auch die St. Jakobskirche hatte früher ihre reiche Ausschmückung durch Malerei und Hunderte von Todtenschilden, Wappen und Gemälden, sie wurde derselben aber meistens durch die **Heideloffsche Wiederherstel-**



lung beraubt. Ich werde weiter unten noch darauf zurückkommen.

Geschichtliches.

Wie bereits erwähnt, scheint die Verschmelzung der gegen Westen getrennt gestandenen hl. Blutcapelle mit dem Kirchenneubau schon von Anfang an, bezw. während des Baues ins Auge gefafst worden zu sein, da an dem 1436 beendeten Bautheil bereits die erforderliche starke Widerlagsmauer für die spätere Strafsenüberbrückung eingefügt war. Dafs der auf das doppelte Mafs verstärkte Mauertheil am westlichen Abschlufs des Mittelschiffes zur Anlage eines grofsen Westthurmes (wie in Ulm) vorgesehen war, ist nach Lage der örtlichen Verhältnisse doch wohl nicht anzunehmen.

Der Kirchenneubau begann im Jahre 1373 mit dem Ostchor.[2]) Das Erdgeschofs der Sacristei, der untere Theil des Nordthurmes und das anschliefsende Eck des ersten nördlichen Seitenschiffjoches ist noch vom alten Bau stehen geblieben. An der nördlichen Mauer des erwähnten Joches macht sich der Anschlufs der neuen 0,94 m starken Seitenschiffmauer an den alten 1,10 m starken Theil durch ein Abschrägen des sich nach innen ergebenden Vorsprunges auf die ganze Höhe deutlich bemerkbar. Auch beim Nordthurm ist der alte Theil leicht kenntlich, da derselbe aus Muschelkalk-Quadern und -Bruchsteinen besteht, während alle neuen Bautheile aus graugelbem Sandstein hergestellt sind. Die jetzige Einwölbung der Sacristei und die Anlage der Spitzbogenfenster in derselben entstammt wohl erst dem Ende des 14. Jahrhunderts, während der Aufbau des Geschosses über der Sacristei, das sogenannte Pfaffenstüblein, noch späterer Zeit angehört, wie sich aus dem spätgothischen Schlufsstein des Gewölbes ergiebt. Die Mitbenutzung und Weiterführung der nördlichen Thurmanlage war wohl mafsgebend für die charakteristische Ausbildung der Thürme ohne achteckiges Uebergangsgeschofs unter den Helmen. Die sehr knappe Grundrifsform erlaubte die sonst übliche Anlage eines derartigen Geschosses nicht, und hierdurch wurden die Thürme in ihrer jetzigen Gestalt gewissermafsen zu einem Wahrzeichen der Stadt. Der langgestreckte Grundrifs, insbesondere die bedeutende Längsentwicklung des Ostchores, die edlen Formen desselben im Aeufseren, die

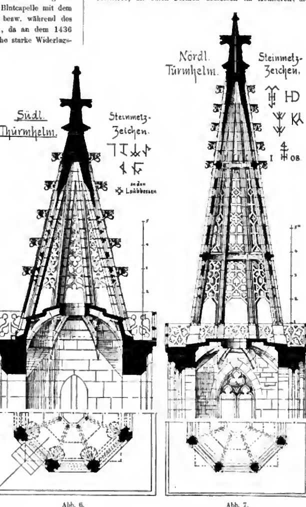


Abb. 6. Abb. 7.

Enge des Mittelschiffes, die schlanken Höhenverhältnisse und das Festhalten an dem Kathedralsystem mit zwei Thürmen dürften darauf schliefsen lassen, dafs der Schöpfer des ersten Entwurfes an gröfseren rheinischen und schwäbischen Bauten mitgewirkt hatte. Es wird diese Anlage wohl lediglich der Individualität des uns unbekannten Meisters zuzuschreiben sein, da ja um diese Zeit in den Reichsstädten

2) Eine Inschrifttafel nahe der Brautthür lautet: *Anno Domini MCCCLXXIII inceptum est hoc opus in honorem Domini Nostri Jhesu Christi et B. Virg. Mariae ad B. Jacobi Apost. patrocinium huj. eccl.*

meist die Hallenkirche zum baulichen Ausdruck des dort stark ausgeprägten deutschen Volksthums kam und der Einflufs der Geistlichkeit in Rothenburg nie so bedeutend war, dafs er allein den Sieg hierüber errungen hätte. Die Thürme, von denen der südliche von Grund aus neu erbaut wurde, sind gleichzeitig mit dem Ostchor in die Höhe geführt worden, der nördliche bis auf Kranzhöhe, der südliche bis zur Höhe der Schallfenster. Der weitere Ausbau erfolgte dann erst in erheblich späterer Zeit, denn in den Kranzbrüstungen, sowie im Mafswerk des südlichen Helmes finden sich durchaus spätgothische Formen. Insbesondere die beiden oberen Geschosse und der Helm des südlichen Thurmes zeigen in der architektonischen Ausbildung und in der äufserst dauerhaften Herstellung aus grofsen, ganz durchgehenden Quadern auf den Erbauer des schönen Westchores (1453 bis 1471), den Meister Niklas Elser, hin (Text-Abb. 6).

Bezüglich der Thurmhelme besteht die Sage, dafs beide gleichzeitig, gewissermafsen im Wettbewerb, erbaut worden seien, und zwar der südliche vom Meister, der nördliche von einem seiner Gesellen. Nach Fertigstellung beider habe sich der Meister aus Neid über das schönere Werk des Gesellen herabgestürzt, und daher sei zum bleibenden Gedächtnifs sein Steinbildnifs auf der südlichen Wendeltreppe angebracht worden. Es erscheint jedoch diese Sage sehr zweifelhaft, da die Helme in ihren Einzelformen und ihrer Construction zu sehr von einander abweichen. Die technische Ausführung des nördlichen Thurmes (Text-Abb. 7) ist in den oberen Theilen eine wesentlich geringwerthigere, als beim Südthurm. Die Herstellung der acht Rippen des Helmgewölbes und der Zwickel aus dem Thurmviereck zur Bildung des Helmachtecks ist viel lässiger als beim Südthurm erfolgt, ebenso die Plattenabdeckung des Helmgewölbes viel flacher und weniger hoch über den Thurmkranz emporgeführt. Trotz der gröfseren Höhe des nördlichen Helmes sind dessen Rippen bedeutend schwächer, ebenso die Mafswerke. Die durchbrochenen Kranzbrüstungen sind am Südthurm 0,17 m, am Nordthurm 0,11 m stark, auch fehlt bei letzterem der eiserne Ring, den der sorgsame Meister des Südthurmes zur Verankerung um den Fufs seines Helmes gelegt hat.

Auffallenderweise finden sich am nördlichen Helm, sowohl in seinem oberen, als unteren Theil, nur Steinmetzzeichen aus später Zeit. Durch Blitzschläge im Jahre 1693 und 1740 wurde dieser Helm stark beschädigt, sodafs im Jahre 1762 an seine Wiederherstellung gegangen werden mufste. Am Laubwerk, dem Unterbindungsprofil der Kreuzblume, sowie am Profil des Kranzgesimses mit der eingemeifselten Inschrift „Renovirt 1778“ ist deutlich die späte Ausführungszeit zu erkennen, die die gothischen Formen nicht mehr verstand. Es hat daher fast den Anschein, als wäre die Wiederherstellung dieses Helmes eine derartig umfassende gewesen, dafs sich aus dem jetzt Bestehenden keine bestimmten Schlüsse auf das Ursprüngliche ziehen lassen.[3])

Am natürlichsten wird sich die Entstehung der ungleich hohen Thurmhelme wohl dadurch erklären lassen, dafs der kleinere Helm mit dem ungleich schöneren Mafs- und Laubwerk zuerst durch den Meister Niklas Elser erbaut wurde, welcher dann, durch seine Bauten in Dinkelsbühl, Nördlingen usw. anderweitig in Anspruch genommen, Rothenburg verlassen und den Ausbau des anderen Helmes seinem Nachfolger überlassen mufste, der ihn dann zur Erzielung einer besseren Wirkung in schlankerer Form, aber auch in wesentlich abweichender Weise in der Einzelausbildung, ausführte. Die Fertigstellung des südlichen Helmes scheint mit Eile betrieben worden zu sein, da an den aus je zwei 0,40 m hohen Schichten gebildeten Helmkrabben eine Anzahl Stielausläufe nicht fertiggestellt ist, sondern der hierfür in der unteren Schichte vorgesehene Bossenvorsprung roh versetzt belassen wurde.

3) In jeden Thurmhelm ist ein Glockenstuhl eingebaut, was wohl auch erst in späterer Zeit geschehen ist.

Da im Jahre 1388 bereits die Stiftung des Toppler-Altares erfolgte, scheint im letzten Jahrzehnt des 14. Jahrhunderts der Bau des Ostchores und damit auch die Thätigkeit des ersten Baumeisters beendet gewesen zu sein. Die am nächsten in Angriff genommenen Bautheile, Mittelschiff und Seitenschiffe, zeigen nämlich eine wesentlich andere Ausbildung. Entgegen den edlen, reinen Formen des Ostchores aus der Blüthezeit, finden sich hier an den Strebepfeilern schon die sogenannten Eselsrücken, im Fenstermafswerk treten vereinzelt Fischblasen und geradlinig gitterartige Formen auf. Auch die technische Ausführung wird eine andere. An Stelle des beim Ostchor ausschliefslich verwandten, sorgfältig hergestellten Quadermauerwerks tritt bei den Schiffen eine gemischte Bauweise auf, das Mauerwerk wird der Hauptsache nach aus Bruchsteinen, und nur für die Einfassungen der Fenster, Pfeiler und für die Gesimse und Strebebogen ist Haustein zur Anwendung gebracht. Offenbar waren nach Fertigstellung des reich ausgebildeten Ostchores die Mittel zum Weiterbau knapper geworden, und hierauf ist wohl auch die eigenartige Gestaltung der Strebepfeileraufsätze zurückzuführen. An der Südseite nämlich haben die Bekrönungen der zwei ersten Strebepfeiler vom Thurm ab eine sehr einfache, fast kümmerlich zu nennende Ausschmückung erhalten, bei den zwei nächsten Pfeilern sind die Bekrönungen zu gröfserer Höhe und reicherer Form gebracht, während sie bei den untersten Pfeilern zur reichsten Ausbildung mit figürlichem Schmucke gelangt sind. Auch auf der Nordseite läfst sich diese Steigerung des architektonischen Reichthums in der Ausbildung der Pfeilerbekrönungen erkennen, das gleiche ist der Fall bei den Strebebögen, von denen die ersten ganz einfache Hohlkehlgliederungen, die unteren dagegen reiche und tief unterschnittene Birnstabprofile aufweisen. Der im Jahre 1411 für den hl. Blutaltar gegebene neue Ablafs brachte jedenfalls genügend Mittel, um eine allmähliche reichere Ausführung vornehmen zu können.



Abb. 8. Schild am Gewölbe der Spörleins-Capelle.

Im Jahre 1422 wurde der Ritter Hans Spörlein von Arnstein in der von ihm gestifteten Capelle beerdigt (Text-Abb. 8), der Bau scheint daher in der Zeit von 1400 bis 1420 auf die Länge der ersten vier Joche fertiggestellt

worden zu sein. Um das Jahr 1436 war der Bau bis an den Westchor vollendet, und stolz antwortete in diesem Jahr der Rath dem Abte zu Kloster Heilsbronn auf seine Anfrage, mit welcherlei Gabe und Hülfe die Kirche erbaut worden sei, dafs sie „mit Rath und Hülf und Almosen der Mitbürger gebaut worden ist, so Gewohnheit ist im Lande." Der zu dieser Zeit thätig gewesene Meister des Baues hat uns sein Zeichen hinterlassen (Text-Abb. 9), es ist an einer Bogenconsole auf einem Schild erhaben angebracht am Anschlufs des Emporenbogens an die südliche Seitenschiffmauer.



Abb. 9.

Abb. 10.

Nach Ertheilung eines abermaligen Ablasses im Jahre 1442 fanden sich jedenfalls die nöthigen Mittel zusammen, dafs im Jahre 1453 an die Verschmelzung der bis dahin getrennt gestandenen hl. Blutcapelle mit dem Hauptbautheil der Kirche durch einen Neubau gegangen werden konnte. Diese Verbindung geschah durch die so charakteristische Ueberbauung der Strafse und Ausbildung des darüberliegenden Raumes als Westchor, auf welchem dann der hl. Blutaltar seine Aufstellung fand, während der unter dem Chore, westlich der Durchfahrt, gelegene Raum die Bezeichnung „heil. Blutcapelle" bis auf den heutigen Tag beibehielt. Die Leitung dieses von 1453 bis 1471 hergestellten Bautheiles lag in den Händen des hervorragenden Baumeisters Niklas Elser, dem Aelteren, unter dem wohl auch sein Sohn und die späteren Baumeister der Cobolzeller- und St. Wolfgangskirche in Rothenburg, die Brüder Heinrich und Andreas Stüchs mitwirkten, da sich die in Text-Abb. 10 wiedergegebenen Steinmetzzeichen an allen drei Bauten vorfinden.

Wie die anderen Bauten Elsers — Sighart nennt ihn als Erbauer der Stadtkirche in Dinkelsbühl, hervorragend bethedigt am Bau der Georgskirche in Nördlingen und später als Dombaumeister in Mainz —, so zeichnet sich auch der Westchor der St. Jakobskirche durch besonders tüchtige Ausführung aus und giebt Zeugnifs von der grofsen technischen Fertigkeit, zu der es die damaligen Werkleute gebracht hatten. Nach den Kirchenbüchern wurden von 1465 bis 1471 die sämtlichen Gewölbe der Jakobskirche unter Elsers Leitung ausgeführt.[4]) Der Westchor, durchaus von den schönsten graugelben Sandsteinquadern hergestellt, mit den reichgegliederten Thüren zur hl. Blutcapelle, dem reich gestalteten Chorgewölbe, den hochaufragenden Strebepfeilern und Fenstern ist wohl als einer der schönsten, schlichten, spätgothischen Bauten Bayerns zu betrachten. Schwer vermifst der fachkundige Beschauer bei seinem Anblick das Fehlen des früher vorhanden gewesenen Netzgewölbes der Durchfahrt.[5])

Schon vor der gänzlichen Fertigstellung des Bauwerkes ergaben sich im Innern Umänderungen. An der jetzigen Stelle des Toppler-Altares, der ursprünglich seinen Standort bei der gleichnamigen Capelle hatte, wurde die im Jahre 1479 vollendete erste Orgel im Ostchor auf einer Empore aufgestellt. Im Jahre 1494 verbrannte infolge Unachtsamkeit des Mefsners ein 13 Jahre vorher gelieferter, der Mutter Gottes geweihter Altar mit Gemälden von Wohlgemuth. Der jetzige Riemenschneidersche Marienaltar von 1495 dürfte daher wohl als Ersatz für den ersteren bestellt worden sein. Auch die einige Jahrzehnte darauf folgenden Unruhen des Bauernkrieges sollten an der Kirche nicht spurlos vorübergehen. Am 15. März 1525 hatte der Ritter und Bauernanführer Florian von Geyern auf dem schwarzen oder Westchor den Bundschuh aufgesteckt, die Artikel der Bauernschaft der versammelten Gemeinde verlesen und sie zur Verbrüderung mit den Bauern aufgefordert, was leider nur zu rasch befolgt wurde. Einer der für die Kirche aufgestellten Deutschordens-Priester, Dr. Teuschlin, der sich schon länger der neuen Lehre zugewandt hatte, predigte selbst für den Aufruhr. Als wenige Tage später Dr. Carlstadt eintraf, begann die Bilderstürmerei. Die Mefsbücher und einige Altäre aus der Kirche wurden auf dem nahen Högelmarkte verbrannt. Aus den Kirchenrechnungen ist ersichtlich, dafs Riemenschneider im Jahre 1506 seinen dritten Altar für die Kirche lieferte; dieses nicht mehr vorhandene Werk scheint daher ein Opfer der Fanatiker geworden zu sein. Der Deutschorden hatte es im Jahre 1398, also jedenfalls nach Erbauung des Ostchores, vertragsmäfsig übernommen, für die Kirche stets zehn Priester zu stellen, welchen als Einkünfte der Getreide- und Wein-Zehnt aus dem gesamten Gebiete zugewiesen war. Mit der neuen, durch Luther hervorgerufenen kirchlichen Bewegung leerte sich rasch das Ordenshaus, sodafs lange Zeit nur zwei bis drei Priester vorhanden waren. Zudem versahen die Geistlichen ihren Dienst sehr schlecht, ihre Bildung und ihr Lebenswandel liefs viel zu wünschen übrig. In den Rothenburger Consistorialacten findet sich bereits unterm Jahre 1406 folgende Beschwerde des Rathes über den Orden: „dafs die Frawenwirthin und ander gemayn frawen zu ihnen aufs und ein gingen." In Rothenburg war daher der Vers im Schwunge:

> Kleider aus, Kleider an,
> Essen, Trinken und Schlafen gahn'
> Ist die Arbeit, so die Deutschherrn han.[6])

Luther selbst forderte unterm 26. Januar 1533 den Rath zum Einschreiten auf, jedoch erst 1544 wurde die Reformation eingeführt, nachdem sich der Rath vorher ein juristisches Gutachten von Nürnberg erholt hatte, dafs er zum Einziehen der Einkünfte der Priester berechtigt sei. Ein Superintendent mit mehreren Diakonen trat an die Stelle der Ordenspriester.

Die Freude der Gemeinde über die ihr gewordenen geordneten kirchlichen Verhältnisse sollte auch dadurch

4) Beim Hauptaltar findet sich folgende Inschrift: *Bis duo C quoque sexaginta sex quoque mille Hic chorus albatus super altari fibulatus.* Der Ostchor wurde als „weifser Chor" bezeichnet, dementgegen der Westchor als „schwarzer Chor".

5) Auf der Merianschen Ansicht von Rothenburg ist der Westchor mit Strebebögen, wie bei den Seitenschiffen, gezeichnet, welche derselbe jedoch nie gehabt hat.

6) Von dem nördlich der Kirche gelegenen Ordenshause führte ein auf Steinsäulen ruhender, bedeckter Gang zur Kirche, der bei dem sogenannten Pfaffenstüblein einmündete. Dieser Gang verdunkelte die unteren Zimmer des im Jahre 1592 erbauten Gymnasiums, sodafs der Rath seine Beseitigung anstrebte. Da der Comthur seine Einwilligung hierzu nicht geben wollte, veranstaltete der Rath eine „Gasterey", zu der auch der trinklustige Geistliche geladen wurde. Bald willigte der seiner Sinne nicht mehr mächtige Priester auf Bitten der Rathsherren ein, dafs der Gang abgebrochen werden dürfe, was von den schon bestellten Bauhandwerkern so schnell besorgt wurde, dafs am andern Morgen nichts mehr davon zu sehen war.

bald zum Ausdruck kommen, dafs sio das Innere ihres Gotteshauses den veränderten kirchlichen Anschauungen und der damals herrschenden Geschmacksrichtung anzupassen suchte. Diese „Renovation“ begane im Jahre 1581. Es wurden in die Seitenschiffe Emporen eingezogen und, um für die letzteren Zugänge zu schaffen, nach aufsen vortretende Weedeltreppen an die Seitenschiffe gebaut. In roher Weise wurden die Dienste der Mittelschiffspfeiler zum Auflagere des Emporengebälkes durchspitzt. Das schöne gothische Gestühl, von dem noch Bruchstücke in der hl. Blutcapella verhanden sind, wurle herausgerissen und durch vergitterte Kirchanstühle ersetzt. Auch erhielt die Kirche durch deu Maler Martiu Greulich eine „Ausmalung“ im Renaissancestil. Eie im Rothenburger Rathhause aufbewahrtes Oelgemälde aus der Mitte des 17. Jahrhunderts giebt uns eie getreues Bild des damaligen inneren Zustandes der Kirche (Text-Abb. 11).

Die alte Kanzel wurde im Jahre 1611 durch eine neue ersetzt, das gleiche geschah im Jahre 1640 mit der Orgel. Die neu hergestellte Orgel wurde auf einem riesigen Sprengwerk frei in den Kirchenraum dicht ueter dem östlichen Chorbogen eingebaut und mit den barockesten Holzfiguren ausgestattet, welche durch mechanische Verbindungen beim Treten der Blasbälge in Bewegung gesetzt wurden. (Moses, den Stab schwingend, David, die Harfe zupfend usw.) Der Altar zum hl. Blut wurde vom Westchor weg unter die Orgel gestellt.



Abb. 11. Inneres der Kirche nach der Wiederherstellung 1581.
(Nach dem Oelbild im Rathhause.)

Der alte Taufstein wurde entfernt und durch einen grofsen, in schönen Renaissanceformen gehaltenen ersetzt mit aufziehbarem Deckel.

Für den Ostchor wurde ein unmittelbarer Zugang von aufsen durch das sogenannte Schülerthürlein unterhalb des Ecce homo am mittleren Chorfenster geschaffen. Der gleichzeitige Chroeist erwähnt selbst, dafs dasselbe „gar deform an selbigem Ort“ gewesen sei. Im Jahre 1665 wurde beim zweiten Joch des südlichen Seitenschiffes eine weitere Empore über das Seitenschiffdach aufgebaut, „ein kleines Emporkirchlein für des Superintendenten Hausfrau und Kinder“. Um die Höhe für die Vorderwand dieses Aufbaues zu bekommen, wurden einfach die hindernden Profile der zwei Strebebögen an diesen Stellen weggeschlagen!

Eine gegenwärtig schwer vermifste Ausschmückung hatte die Kirche im Laufe der Jahrhunderte durch Anbringung vee Wappee- und Todtenschilden der in ihr begrabenen Personee, der Bürgermeister und Kirchenpfleger, sowie durch Gemäldetafeln erhalten.[7] Nach einem Verzeichnifs der reichsstädtischen Kirchenpfleger vom Jahre 1747 waren damals im Innern 296 Wappenschilde von Stein, Holz und Metall, 96 Gemäldetafeln und 25 grofse Steinfiguren vorhanden. In dem geschilderten Zustande und mit der erwähnten reichen, vielleicht zu bunten Ausschmückung verblieb die Kirche bis zur Heideleffschen Wiederherstellung, durchgeführt 1851 bis 1857 mit einem Kostenanfwand von rund 130000 ℳ.

Gemäfs der strengen Richtung dieser Neugothiker wurde aber fast alles beseitigt, was nicht gothisch war, und leider meist nicht eiamal anderwärts aufbewahrt, sondern für immer verschleudert und vernichtet. Nur einzelne kümmerliche Reste von all diesem Reichthum sind in der hl. Blutcapella und Franciscanerkirche zur Aufstellung gelangt. Aufser der wohlberechtigteo Beseitigung der Emporen, Weedeltreppen, Gitterstühle und Orgel wurden auch die Kanzel und der Taufstein durch neugothische Werke ersetzt, das schmiedeeiserne Chorabschlufsgitter als altes Eisen verkauft, die Bronceepitaphien zum Einschmelzen veräufsert. Was von Holz war und sich nicht zu profaneren Zwecken eignete, wanderte in den Ofen, und die Gemälde kamen zum gröfseren Theil iu die Hände von auswärtigen Alterthumshändlern. Zum würdigen Abschlufs dieser in puritanischem Geiste durchgeführten Reinigueg mufste dann die Renaissance-Ausmalung verschwinden, und die Kirche wurde einfach grau ausgetüncht.

Wiederherstellung.

Eine Wiederherstellung des Innern der Kirche ist also auf jeden Fall im Anschlufs an die zunächst auszuführenden Arbeiten am Aeufseren anzustreben, es wurde jedoch vorläufig von diesbezüglichen Entwurfsarbeiten abgesehen, da die äufseren Arbeiten dringlicher Natur sind und sich eie endgültiger Entwurf erst auf Grund sorgfältiger Untersuchungen aufstellen läfst, die am besten während der Ausführung der äufseren Arbeiten vorgenommen werden können. Die zum Auswechseln der schadhaften steinernen Fensterpfosten, zum Aus- und Wiedereinglasen der Fenster vorgesehenen leichten inneren Gerüste können dazu benutzt werden, um zu untersuchen, ob die übertünchte Renaissancebemalung erhaltungswürdig ist oder nicht, ob nicht unter derselben frühere Malereien sich vorfinden, welcher

7) Als Begräbnifsstätte angesehener Personen diente die Kirche bis zum Jahre 1554, selbst noch 1605 wurde ein Deutschordens-Comthur im Ostchor feierlich begraben, „da er sich zur Augsburger Confession bekannt hatte.“

Behandlung die aus Hausteinen bestehenden Innenflächen der beiden Chore unterworfen waren usf. Erst nach diesen Versuchen wird sich feststellen lassen, inwieweit eine Freilegung der erwähnten übertünchten Hausteinflächen und Mittelschiffspfeiler, sowie eine passende Ausschmückung mit den übrig gebliebenen, anderwärts aufbewahrten alten Wappentafeln usw. zu bewerkstelligen ist. Da ferner eine Heizbarmachung der Kirche ins Auge gefafst ist, für welche die Mittel durch freiwillige Beiträge gesammelt werden sollen, so wird die Wiederherstellung des Innern erst nach Fertigstellung der Heizanlage in Angriff zu nehmen sein.

Uebergehend zu den beabsichtigten Wiederherstellungsarbeiten am Aeufseren der Kirche, ist zu erwähnen, dafs an dem Bauwerke Bedenken erregende Setzungen und Abweichungen aus dem Lothe, Risse in den Gewölben nicht vorhanden sind, bezw. schon vor so langer Zeit eintraten, dafs keine Befürchtungen mehr bestehen.

Der erste Theil der Arbeiten am Aeufseren bezieht sich daher gröfstentheils auf die Instandsetzung der den Unbilden der Witterung unmittelbar ausgesetzten Theile, wie Strebepfeileraufsätze, Strebebögen, Helmgewölbe in den Thürmen, Thurmkränze, sowie auf die feineren Theile, wie Mafswerke, Fensterpfosten usw. Einestheils liegt dies in der Natur des Baustils, anderntheils in dem zur Verwendung gelangten Baustoff. Die Sandsteine der Umgebung Rothenburgs, dem unteren und mittleren Keuper angehörend, sind nur dann ganz witterungsbeständig, wenn sie den unteren, starken Felsenlagen entnommen werden, während die nach oben liegenden dünneren Schichten, wie sie zu den Mafswerken, Fensterrippen, kleinen Fialen verwandt wurden, mehr oder weniger der Verwitterung unterliegen. Wenn man ferner bedenkt, dafs bei den Mafswerken, Rippen, Figuren die Steine nicht auf ihr natürliches Lager, sondern der Höhe bezw. Länge nach zu stehen kamen, so darf es nicht auffallen, dafs sich bei genauerer Untersuchung mittels der Gerüste derartige Steine häufig mit senkrechten Rissen, das heifst der Höhe nach zerbröckelt, vorfinden. In solch geradezu sicherheitsgefährlichem Zustande sind z. B. die lebensgrofsen Prophetenfiguren an den zwei unteren Strebepfeilern des nördlichen Seitenschiffes, von denen der Höhe nach ganze Körperhälften abgefallen und die noch stehenden Reste mühsam durch Klammern gehalten sind. In späterer Zeit haben die Steinmetzen in Rothenburg bei einzelnen Arbeiten und zwar nicht ohne Erfolg versucht, derartige zweifelhaft erscheinende Steine in völlig ausgetrocknetem Zustande durch Tränken mit heifsem Leinöl zu erhalten. Gelegentlich der Wiederherstellung des Rathhaus-Thurmes und -Giebels im Jahr 1881 habe ich z. B. gefunden, dafs die den gothischen Giebel krönenden Fialen, welche um die Mitte des 16. Jahrhunderts neu hergestellt wurden, durch Tränken mit Leinöl an ihrer Oberfläche eine glasharte, fünf bis sechs Millimeter starke Kruste erhalten haben, die selbst solche mit senkrechten Lagern behaltete Steine vor dem Abblättern schützte. Die oberen Fialen der Strebepfeiler des Ostchores müssen zum gröfsten Theil erneuert werden, ebenso etwa ein Viertel aller Fensterrippen. Umfangreichere Schäden, die eine baldige Abhülfe erheischen, sind bei den Strebepfeilern und Strebebögen an den Stellen, an welchen sie aus den Seitenschiffdächern herausschneiden. Hier sind die Steine, da jede Eindeckung des Anschlusses mit Kupferblech fehlt, dem zerstörenden Einflufs von Wasser, Schnee und Frost unmittelbar ausgesetzt, und es kann daher nicht auffallen, wenn im Laufe der Jahrhunderte selbst die besten Sandsteine zerstört wurden. Menschlicher Unverstand hat dann in früherer Zeit noch weiter hierzu beigetragen, indem an den drei Seiten des Dachanschlusses etwa 15 cm tiefe Rinnen in die Pfeiler und Bögen eingespitzt wurden, um die Ziegel unterschieben zu können. Da die Strebebögen bis zum Dachfufs der Seitenschiffe hinabreichen, so sind auch an den Anfängern dieser Bögen zahlreiche Auswechslungen verwitterter Steine vorzunehmen, und dadurch wird die Instandsetzung besonders erschwert. Damit derartig schwierige und kostspielige Arbeiten in absehbarer Zeit nicht wieder vorzunehmen sind, wird beabsichtigt, die nächst dem Dachfufse einzuwechselnden Steine an den Pfeilern und Bogenanfängern nicht mehr aus Sandstein, sondern aus dem in Rothenburg in mächtigen Lagen vorhandenen Muschelkalk zu wählen, der gegen die Einwirkungen der Nässe und des Frostes geradezu unempfänglich ist. Die abweichende Farbe dieses Hausteinmaterials dürfte in diesem Falle keine Rolle spielen, zumal die betreffenden Stellen von unten kaum sichtbar sind. Allerdings läfst sich der Muschelkalk nicht bei allen Bautheilen, insbesondere nicht am Ost- und Westchor mit ihren einheitlich schönen, tief nachgedunkelten gelblichen Sandsteinen anwenden. Es spricht sich auch hier wieder die Vorliebe der mittelalterlichen Steinmetzen für den Sandstein dadurch aus, dafs sie die auch zu feineren Arbeiten sich eignenden Kalksteine unbeachtet liefsen, trotzdem sie sich augenscheinlich von der Güte derselben an den damals schon Jahrhunderte alten Bauten der Burgcapelle, der Kirche zu Dettwang, der Doppelbrücke usw. überzeugen konnten. Durch die seit langer Zeit vernachlässigte Dichtung der Fugen in den Kränzen und Helmgewölben der Thürme hat die Verwitterung besonders innerhalb des obersten Geschosses im nördlichen Thurme bedenkliche Fortschritte gemacht, aufserdem ist dort das Mafswerk einer Achteckseite des Helmes und eine Anzahl fehlender Helmkrabben neu einzusetzen. Die Oberflächlichkeit, mit welcher im 18. Jahrhundert derartige Wiederherstellungen ausgeführt wurden, zeigt sich auch hier am nördlichen Thurme, bei welchem in die eine Kranzbrüstung mehrere unpassende, anders gemusterte Mafswerkplatten eingesetzt wurden, welche jedenfalls von einem abgebrochenen Bauwerke stammten. Durch die mangelhafte Unterhaltung der Ziegeldachungen, insbesondere an den Traufen, blieben die Hauptgesimse nicht genügend geschützt. Die Hauptgesimse der Seitenschiffe und Capellen, an einzelnen Stellen bereits mit Backsteinen ausgeflickt, müssen sämtlich erneuert werden, auch die zunächst darunter liegenden Mauertheile haben hierunter gelitten und müssen theilweise neu hergestellt werden. In besonders schadhaftem Zustande sind die Dächer der Seitenschiffe mit ihrer jetzigen unregelmäfsigen Eindeckung. Diese ist dadurch entstanden, dafs im Laufe der Jahrhunderte zu den Dachausbesserungen die in Rothenburg seit alter Zeit üblichen zweierlei Ziegelgröfsen, die sog. breiten und schmalen Ziegel verwandt wurden, wodurch die Eindeckung aus dem Verbande gekommen ist. Zur Ableitung des Niederschlagwassers von den Dächern sind nur über den Eingängen Dachrinnen und Abfallrohre angebracht, auch

ist auffallenderweise nur ein einziger Wasserspeier am ganzen Bauwerk zu finden. Im übrigen fällt daher das Niederschlagwasser vom Bau unmittelbar vor den Umfassungen ab und durchfeuchtet den Untergrund und die Umfassungsmauern, da das alte unregelmäſsige und eingesunkene Würfel- und Platten-Pflaster das Wasser nicht rasch abzuleiten vermag. Hier soll durch einen ringsum laufenden Belag von groſsen, sorgfältig gefugten und gedichteten Muschelkalkplatten abgeholfen werden, wobei am Ostchor das ansteigende Gelände bis auf die Höhe des Chorfuſsbodens abzuheben ist.

Interessant als mittelalterliche Zimmerwerke sind die drei verschiedenartig construirten, jedoch gleich hohen und breiten Dachstühle des Ostchores, Mittelschiffes und des Westchores, welche zusammen das Hochdach bilden. In richtiger Berechnung der Verhältnisse wurde dem Dachstuhl des Westchores, der den ersten Anprall des Windes aufzunehmen hat, ein derartig fester, unwandelbarer Verband gegeben, daſs er bis heute den in Rothenburg zeitweise äuſserst heftig auftretenden Sturmwinden standhielt. (Das Ziegeldach dieses Chores wurde schon mehrmals zur Hälfte vom Sturm abgedeckt.) Dagegen ist der in der Mitte liegende etwa 40 m lange Dachstuhl des Hochschiffes selbst (Abb. 1 Bl. 65) nach heutigen Begriffen derart einfach und leicht gebaut, daſs er kaum ohne den Schutz des erwähnten westlichen Dachstuhles auszuhalten vermocht hätte. In diesem Dachstuhltheil haben die Sparren nur in ihrem unteren Drittel eine Längsverbindung und sind daher in ihrem oberen Theil vielfach nach Osten geneigt und gedreht, sodaſs sich die Anbringung von sogenannten Sturmlatten als nöthig erweist. Bei den Ueberblattungen der sich kreuzenden Hauptverbandhölzer sollen statt der Holznägel schmiedeeiserne Schraubenbolzen zur Verbindung der einzelnen Hölzer in Anwendung kommen. Die vom Westchor zu diesem Dachboden führende Wendeltreppe ist an ihren freistehenden Umfassungen derart stark verwittert, daſs angesichts der geringen Mauerstärke beim Besteigen ein Gefühl der Unsicherheit nicht unterdrückt werden kann. Die Erneuerung dieser Treppe vom Dach des Seitenschiffes ab wird erforderlich werden.

Gröſsere Arbeiten ergeben sich ferner an der aus dem Sechseck geformten **Vorhalle** zur Brautthüre durch Erneuern der aus dem Loth gewichenen, vielfach geflickten und zersprungenen freistehenden Pfeiler, durch Neuherstellen der Maſswerke, des Hauptgesimses und der Figuren, welche in Beziehung zu der Bestimmung der Thüre als Brautthüre zu bringen sind. Von den drei Figuren sind nur zwei vorhanden, und auch diese scheinen erst in späterer Zeit willkürlich dort aufgestellt worden zu sein, da sie hinsichtlich ihrer Gröſse, Stellung und Ausbildung nicht zusammenstimmen. Die **Fenster** der Kirche sind mit Ausnahme der drei glasgemalten Chorfenster sämtlich mit Butzenscheiben versehen. Die Aus- und Wiedereinglasung der zahlreichen groſsen Fenster samt neuer starker Bleifassung wird einestheils durch die Erneuerung der steinernen Fensterpfosten, zum Theil auch durch die Gebrechlichkeit der alten Bleifassung bedingt. Unter Einschlaſs verschiedener anderer Arbeiten, wie Instandsetzung der Blitzableitungen, der Glockenstühle, feuersichere Einwölbung derjenigen Thurmgeschosse, von denen aus der Zugang zum Hochschiffdachraum erfolgt, Ergänzungen am Westchor usw., berechnen sich die Kosten für den ersten Theil der Wiederherstellungsarbeiten auf 187000 ℳ.

Mit den Arbeiten des **zweiten Theils** sollen lediglich einzelne ungerechtfertigte und unpassende Abänderungen am Aeuſseren des Bauwerkes, welche innerhalb der letzten zwei Jahrhunderte vorgenommen wurden, wieder gut gemacht werden und der Kirche jene äuſsere Erscheinung wiedergegeben werden, welche sie nach ihrer Vollendung im Anfange des 16. Jahrhunderts thatsächlich gehabt hat. Diese Arbeiten sind daher nicht einer etwaigen Neuerungssucht entsprungen, wie sie bei Wiederherstellung von Kirchen leider nur zu häufig vorgekommen und daher strengstens fernzuhalten sind, sondern sie gehören ebensogut wie die Arbeiten des ersten Theils zu einer vollständigen Wiederherstellung des Bauwerkes im Sinne seiner Erbauer. Da hiermit aber verschiedene Abänderungen an dem jetzigen Bestande und an der gegenwärtigen Erscheinung des Bauwerkes verknüpft sind, so unterliegen diese Arbeiten der Genehmigung der höheren Stellen und sind daher gesondert angeführt.

Als erste dieser Arbeiten ist zu betrachten: **Die Wiederaufstellung der in der hl. Blutcapelle untergebrachten Figuren des Oelberges an ihrem ursprünglichen Standort in der Ecke des Südthurmes und Ost-Chores mit Ueberdachung derselben.** Wie bereits erwähnt, zählte die St. Jakobskirche bis zu der 1544 eingeführten Reformation zu den bedeutenderen Wallfahrtskirchen. Unter den gläubigen Büſsern finden wir z. B. im Jahre 1431 den Herzog Heinrich von Bayern-Landshut, dem zur Sühne einer Blutthat aufgetragen war, eine Wallfahrt nach Jerusalem, zum hl. Blut in Rothenburg und nach Aachen zu machen. Noch im Jahre 1504 lieferte Riemenschneider für die berühmteste unter den 323 Reliquien eine würdige neue Fassung in Form des hl. Blutaltares.

Einzelne noch vorhandene Stationsbilder am Cobolzeller Thor, an der Doppelbrücke im Tauberthal, am Calvarienberg kennzeichnen heute noch den Weg, den die damaligen Wallfahrer bei ihrem Buſsgang von der hl. Geistkirche aus bis zum Altar des hl. Blutes gemacht haben. Auſserdem wurde jeden Donnerstag ein feierlicher Umgang mit Amt zur Kirche und Blutcapelle gehalten. Es dürfte daher wohl anzunehmen sein, daſs die Errichtung eines Oelberges schon viel eher geplant war, als sie thatsächlich erfolgt ist (1508).

Unter den Handzeichnungen, die der Rothenburger Diakon J. Schäfer seiner von 1742—46 geschriebenen Chronik beigegeben hat, findet sich auch eine Ansicht von der Südseite der Kirche, und hier ist der Oelberg angedeutet. Im Jahre 1818 waren die Figuren des Oelberges bereits in die Blutcapelle verbracht, der Ueberbau wurde als kirchliches Baumagazin weiter benutzt und erst einige Jahrzehnte später abgebrochen. Die Figuren sind noch sehr gut erhalten und dürften auch noch alle vorhanden sein, da der nach der Schäferschen Zeichnung sich ergebende Raum bis zum zweiten Chorstrebepfeiler kaum für eine gröſsere Anzahl aufzustellender Figuren bemessen ist (Text-Abb. 12). Die eine Figurengruppe (Kriegsknechte) hatte ihrer ganzen Ausbildung und Abmessung nach ihren Standort als Hintergrund in dem schmalen Zwischenraum zwischen Thurm und dem ersten Chorstrebepfeiler. Abgesehen davon, daſs der Oelberg von den alten Meistern des Bauwerkes dem Ganzen in durchaus harmonischer Weise eingefügt war, ja wohl von Anfang an dorthin

als Gegenstück zu der an der Nordseite angebauten alten Sacristei dazu gedacht war, die Ecke am Südthurm und Ostchor anziehender zu gestalten, glaubte ich noch folgendes zur Befürwortung anführen zu müssen: Einzelne Figuren des Oelberges, insbesondere der betende Heiland, sind von wirklichem Kunstwerth. Sighart sagt hierüber in der „Geschichte der bildenden Künste im Königreich Bayern“: „Reich ist Rothenburg o. T. an Steinsculpturen des Mittelalters. Aber das Trefflichste ist der grofse Oelberg in der profanirten Capelle zum hl. Blute. Lebensgrofs kniet Jesus da, mit unendlichem Schmerz zum Himmel blickend, während die Apostel ruhig schlummern und die Schergen nahen, ein hochedles, einfach würdiges Werk, das wohl von einem schwäbischen Meister stammt.“ Bei der verborgenen Aufstellung in der versperrten und ohnedies auch ungünstig beleuchteten hl. Blutcapelle hängt es nun meist von dem Belieben des Mefsners ab, ob der die Kirche besichtigende Kunstfreund den Oelberg zu sehen bekommt oder nicht. Ich konnte mich daher dem in Rothenburg vielfach geäufserten Wunsche, die Wiedererrichtung des Oelberges an seiner früheren Stelle in Vorschlag zu bringen, nicht verschliefsen. Wenn man weiter berücksichtigt, dafs schon an mancher Kirche der alte Oelberg für immer beseitigt und vernichtet ist (ich erinnere nur an Speyer), so dürfte die hier sich bietende Möglichkeit, ein nicht unbedeutendes und gut erhaltenes Werk spätgothischer Kunst an seinen ihm gebührenden, der Allgemeinheit zugänglichen Platz zurückzubringen, nicht von der Hand zu weisen sein.



Abb. 12. Figuren des Oelberges.

Die zweite Arbeit betrifft: Die Freilegung eines vermauerten Fensters an der Nordseite des Ostchores. Das letzte grofse Fenster an der nördlichen Seite des Ostchores ist gänzlich ausgemauert. Nach aufsen gewährt die überputzte Ausmauerung inmitten des schönen Quadermauerwerks des Chores einen unschönen Anblick, und nach innen sind die ohnedies kahl erscheinenden Mauerflächen durch diese Vermauerung noch unnöthig vergröfsert. Letztere scheint durch die im Jahre 1640 erfolgte Einziehung eines Sprengwerkes unterhalb des Chorbogens für die Orgel nöthig geworden zu sein. Zu einer Wiederherstellung der Kirche gehört nun die Freilegung dieses Fensters und die Ausschmückung desselben mit einem passenden Mafswerke samt Einglasung mit Butzenscheiben. Durch die Wiederherstellung dieses Fensters wird besonders im Innern des Chores eine wesentliche Verschönerung erzielt werden, da die dortige, auffallend grofse und kahle Wandfläche eine angenehme Unterbrechung erhält.

Als dritte Arbeit ist anzuführen: Die Abänderung der Seitenschiffdächer durch Tieferlegen des Firstes auf ihre ursprüngliche Höhe. Die ursprünglich tiefer an die Hochschiffmauern anschneidenden Seitenschiffdächer wurden im 18. Jahrhundert mit ihrem First um 1,30 m höher geführt und die Hochschiff-Fenster auf diese Höhe zugemauert. Die ursprüngliche Neigung der Dächer ist noch genau gegeben durch die im jetzigen Dachboden entlang laufenden Kaffsimse, durch die an den Thürmen schräg ansteigenden Gurt- und Deckgesimse und durch die Kragsteine, auf denen früher die Firstpfetten aufgelagert waren (Abb. 1 Bl. 65). Da die Dächer infolge ihrer unregelmäfsigen Eindeckung einer durchgreifenden Instandsetzung bedürfen, so soll zugleich ihre Abänderung nach der ursprünglichen Neigung und die Freilegung der im unteren Theil zugemauerten Hochschifffenster erfolgen. Auch die durch Einregnen usw. schadhaft gewordenen Giebeldreiecke der westlichen Abschlufsmauern an den Seitenschiffen sind hierbei nach der richtigen Dachneigung neu herzustellen. Die äufsere Erscheinung des Hochschiffes mit den Fenstern wird durch die erwähnte Tieferlegung des Dachfirstes wesentlich verbessert, den Seitenschiffdächern verbleibt noch eine derartige steile Neigung, dafs sie bei sorgfältiger Arbeit wohl noch mit Ziegeln eingedeckt werden können wie bisher.

Die vierte Arbeit zur Ergänzung der Kirche in ihren früheren Bestand bildet: Die Wiederausführung des spätgothischen Netzgewölbes über der Strafsendurchfahrt am Westchor. Die Durchfahrt des in so charakteristischer Weise über die Klingengasse sich spannenden Westchores war früher mit einem reich gestalteten Gewölbe geschlossen. Der Rothenburger Bürgermeister Göttlingk schildert dasselbe in seiner Chronik vom Jahre 1650 als ein „sehr künstlich Gewölb, desgleichen nicht bald gefunden wird“. Die noch vorhandenen Anfänger mit den sich durchkreuzenden und in verschiedener Höhe anschneidenden Rippen beweisen, dafs es eines jener reichgeformten spätgothischen Gewölbe war, wie sie damals von den geübten Steinmetzen gerne ausgeführt wurden. Anhaltspunkte, warum und wann das Gewölbe eingelegt wurde, fehlen bis jetzt. Die alten Steinmetzen Rothenburgs haben zu den Rippen

solcher Gewölbe gerne den sehr leicht zu bearbeitenden, aber auch leicht verwitternden Sandstein von Untergailnau gewählt, wie dies z. B. an der Wolfgangskirche zu beobachten ist. Möglicherweise war das Gewölbe von den aus besserem Sandstein hergestellten, noch sehr gut erhaltenen Anfängern ab aus dem erwähnten geringwerthigen Material hergestellt. Unter Anlehnung an die kleinen zierlichen Gewölbe über den Treppenabsätzen des Westchores und an das grofse Gewölbe desselben, welche aus der gleichen Zeit stammen, habe ich nun an der Hand der Mafsaufnahmen versucht, das Netzgewölbe der Durchfahrt in seiner ursprüng-

den die von den neugewählten Punkten bis zur Mauer laufenden Bögen andere Krümmungen erhalten und nicht mehr mit den an den Anfängern vorhandenen Bogenstücken zusammentreffen oder ineinanderlaufen. Bei der weiteren Ausbildung der Grundrifsform, d. h. der Wahl der unwesentlicheren Punkte *b*, *d* und *a*, habe ich mich an die Formen des oberen Chorgewölbes angeschlossen. Aufserdem findet sich die ganz gleiche Grundrifsform in der sicherlich von derselben Bauhütte erbauten St. Wolfgangskirche (1494) in einer Mauernische. Wie aus den beigegebenen Lehrbögen ersichtlich, schliefsen sich die neuen Theile vollkommen an

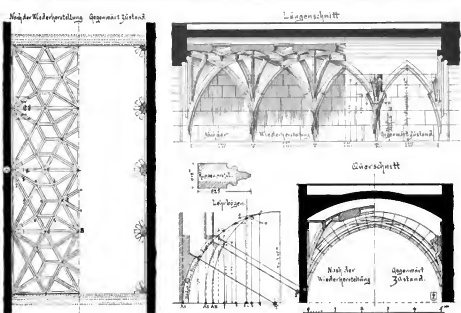


Abb. 13. Netzgewölbe in der Durchfahrt unter dem Westchor.

lichen Weise wieder zu entwerfen (Text-Abb. 13). Nach den genau eingemessenen Höhen, Ausladungen, Bogenstichen usw. der vorhandenen Anfänger habe ich bei Untersuchung der Hauptrippe A I gefunden, dafs dem Gewölbe der **Halbkreis** als **Haupt- oder Principalbogen** zu Grunde lag, wie dies ja bei den meisten spätgothischen Gewölben der Fall ist. Hieraus ergab sich dann ferner, dafs vom Kämpfer A ausgehend der Schlufs nach B gelegt war, wodurch schon an und für sich die Merkmale des Netzgewölbes gegeben sind. Aus den weiteren Untersuchungen nach den Mafsen und Bogenstichen der Rippenstücke A I, A II und A III habe ich dann gefunden, dafs in den Punkten *f*, *e* und *c* sogenannte Hauptpunkte (als Schlufssteine oder Kreuzungspunkte von Rippen) festgelegt waren. Bei der Verschiebung oder der Wahl anderer Kreuzungspunkte, also bei anderer Grundrifsform, wür-

die alten Anfänger an, auch stimmt die Höhe des Kreuzungspunktes *f* genau mit der Scheitelhöhe der noch vorhandenen Schildbögen, die dortige Kappe verläuft also im Scheitel wagerecht. Das Versetzen dieses Gewölbes wird durch das Vorhandensein des darüber gesprengten flachen Gewölbes erschwert, auch kann der Verkehr durch die Durchfahrt während des Versetzens nicht eingestellt werden. Um nun in dieser Beziehung ganz ungehindert arbeiten zu können, habe ich die Einziehung einer genügend starken, abgezimmerten und abgedeckten Gerüstebene in der Höhe der alten Kämpfer angenommen, welche zugleich als Reifsboden für das Versetzen dienen kann.

Die Kosten der Arbeiten des zweiten Theiles sind auf 33000 ℳ veranschlagt, sodafs sich mit Hinzurechnung derjenigen des ersten Theiles die Gesamtkosten auf 220000 ℳ stellen. — Im Betriebsplan ist für die Wiederherstellung eine

Bauzeit von sieben Jahren in Aussicht genommen, und dies ist hauptsächlich durch die beschränkte Zahl der hierzu geeigneten ansässigen Arbeitskräfte bedingt, anderseits läfst die ganze Anlage und Gestaltung des Bauwerkes eine derartige, auf längere Zeit sich vertheilende Ausführung als vortheilhaft erscheinen. So kann z. B. das Gerüst des Ostchores später für den Westchor, die Einrüstung des einen Thurmes auch für den anderen, das Fahrgerüst über dem einen Seitenschiff auch für das andere zur Aufstellung kommen, wodurch an der kostspieligen Einrüstung nach Möglichkeit gespart wird.

Zur theilweisen Aufbringung der Mittel beabsichtigt die Kirchengemeinde, welche bis in die letzten Jahre noch an den Kosten der Heideloffschen Innen-Wiederherstellung zu tilgen hatte, sich vorerst an die Königliche Staatsregierung um Ertheilung eines gröfseren Zuschusses zu wenden, der angesichts der Verhältnisse und der Bedeutung des Bauwerkes wohl nicht versagt werden wird.

Der neuere protestantische Kirchenbau in England.

Von H. Muthesius in London.

(Mit Abbildungen auf Blatt 44 bis 46 im Atlas.)

(Schlufs.)

C. Beispiele.

Nach Darlegung der allgemeinen beim Bau der Sectenkirchen herrschenden Grundsätze mag es am Platze erscheinen, einigen der hervorragendsten englischen Sectenbauten der neueren Zeit besondere Beachtung zu schenken.

Die Baronykirche in Glasgow.

Durch die Eröffnung der Reihe mit einer schottischen Presbyterianerkirche ist wohl eine Art Uebergang geschaffen von den im ersten Theil betrachteten englischen Staatskirchen nach den Sectenkirchen hin, da nicht nur ein Theil des schottischen Presbyterianismus ebenfalls staatlich ist (ohne dafs sich dessen Gotteshäuser von denen der presbyterianischen Freikirchen wesentlich unterscheiden), sondern auch die presbyterianischen Kirchen noch am ehesten einen Anklang an die englischen Staatskirchen beibehalten haben, besonders durch den bei ihnen vorhandenen Chor. Die Baronykirche in Glasgow ist ein hervorragendes Beispiel einer Presbyterianerkirche. Sie wurde von den Architekten John Burnet, Sohn und Campbell Ende der achtziger Jahre errichtet und bildet mit ihrer sehr guten Gruppirung (Text-Abb. 76) eine besondere Zierde des Platzes vor der alten Glasgower Kathedrale, dessen Westseite sie einnimmt. Der Grundrifs der Kirche (Text-Abb. 77) zeigt die Anordnung mit schmalen Seitenschiffen, hat den presbyterianischen Chor, in welchem die Sänger, der Abendmahlstisch und, die Rückwand einnehmend, die Aeltestensitze angelegt sind und enthält an der Stirnseite und in dem einseitigen Kreuzarm Emporen. Im Erdgeschofs sind etwa 950, auf den Emporen etwa 220 Plätze vorhanden, die drei Treppen zu den letzteren sind von den Vorräumen der Haupteingänge aus zugänglich. Die Orgel ist seitlich des Chores aufgestellt. Auf der gegenüberliegenden Seite sind noch weitere, nur bei starkem Kirchenbesuch zu benutzende Sitze vorhanden, hinter ihnen liegt ein umfänglicher Berathungssaal für die Kirchenverwaltung, der durch herauszunehmende Wände ebenfalls zur Kirche hinzugezogen werden kann. Die Kirche ist durch einen Flur mit den Nebenräumen, insbesondere dem ziemlich grofsen Vortragssaal verbunden. Der letztere hat seitlich durch Schiebewände abtrennbare Klassen und kann durch Hinzuziehung eines ebenfalls durch Schiebewände abgetrennten kleinen Saales entsprechend vergröfsert werden. Am anderen Ende des grofsen Saales ist, als zweistöckiger kleiner Bau keck herausragend, die Pförtnerwohnung angelegt. Die Architektur der ganzen Baugruppe ist, wie die Text-Abb. 76 zu erkennen giebt, von vortrefflicher Wirkung, und das in schottischem rothen Sandstein errichtete, in ernsten massigen Formen gehaltene Gebäude erfreut durch seine biedere Schlichtheit eben so sehr, wie durch die meisterhafte Gruppirung seiner Bestandtheile.

Die Christuskirche in Westminster Bridge Road, London.

Eines der bedeutendsten nicht der Staatskirche angehörigen englischen Gotteshäuser, dessen Bau seinerzeit gerechtes Aufsehen erregte, ist die Christuskirche in Westminster Bridge Road in London. Die Gemeinde, der die Kirche gehört, ist keinem bestimmten Sectenbekenntnifs zuzuzählen, sie ist völlig selbständig und unabhängig, schliefst sich aber ihrer Religionsauffassung nach wohl am ersten den Congregationalisten an. Sie wurde von einem der grofsen Prediger des achtzehnten Jahrhunderts, Rowland Hill, gegründet und übte ihren Gottesdienst in einer früher berühmten sechzehneckigen Capelle aus, der 1783 erbauten Surrey Chapel. Diese fiel, auf Bauland von 99jähriger Baupacht stehend, mit Ablauf derselben zum Opfer. Für den somit nöthig werdenden Neubau verwandte sich der damals amtirende Pfarrer Newman Hall mit grofser Begeisterung. Es wurde ein Wettbewerb unter vier Architekten für eine an der Kreuzung zweier grofsen Verkehrsadern zu errichtende neue Kirche ausgeschrieben, der das Programm zu Grunde lag, Sitzplätze für 2000 Personen zu schaffen, deren jeder ein gutes Sehen und Hören des Predigers ermöglichte. Der Bau sollte keine Säulen enthalten und in gothischen Formen gehalten werden. Von den vier Wettbewerbsarbeiten genügte keine den Anforderungen, und der Bau wurde darauf freihändig den Architekten Paull und Bickerdike übertragen, die einen neuen Plan aufstellten. An diesem ist zunächst das auffallendste die Einführung von denjenigen Säulen, die der Wettbewerb grundsätzlich ausgeschlossen haben wollte (Text-Abb. 80). An ein durch Säulen bezeichnetes Achteck von $18^1/_2$ m kleinstem Durchmesser legen sich vier Kreuzarme, deren einer die Chornische und deren drei andere Erweiterungen der Grundfläche enthalten. In diesen Erweiterungen, aber auf Holzsäulen stehend und gegen die Achtecksäulen zurückgerückt, sind Emporen eingebaut, deren hochaufsteigende Sitzreihen die Plätze des Schiffes auf 2500 Gesamtsitze ergänzen. In ihrer Choranordnung schliefst sich die Kirche eng an die Staatskirchen-

grundform an, hat jedoch nach Brauch der Congregationalisten keinen Altar, sondern nur einen Abendmahlstisch. Die Orgel steht links vom Chor, der Sängerchor sitzt rechts in einem Chorseitenschiff, die Kanzel ist seitlich an einem Chorpfeiler angebracht, in den Chorraum führen neun Stufen. Die Ueberdeckung des Achtecks sowie der Kreuzarme ist in Holzgewölben erfolgt, offenbar hat man das Steingewölbe nicht gewagt. Farbiges Glas und reichliches anderes Zierwerk schmücken den Raum. Neben der Kirche liegt in einem besonderen, äufserlich sehr anziehend gestalteten Baue (Abb. 2 Bl. 44) ein Vortragssaal für 800 Personen, darunter eine ausgedehnte Folge von Club- und Klassenräumen, ferner weist der Grundrifs die üblichen Räume für den Prediger, die Kirchenältesten, Sitzungszimmer, sowie eine Pförtnerwohnung auf. Die Heizung ist eine Verbindung von Heifswasser- und Luftheizung. Die Kosten für die ganze Baugruppe einschliefslich des Grunderwerbes haben 1240000 ℳ betragen, wovon 140000 ℳ auf den Grund und Boden entfallen. Diese ganze Summe ist von dem früheren Pfarrer Newman Hall durch Sammlungen, zum Theil auch in America veranstaltet, aufgebracht worden.



Von den eigentlichen Secten haben die verhältnifsmäfsig gröfste Anzahl interessanter Gotteshäuser die Congregationalisten aufzuweisen. Unter diesen ragt die Kirche in Islington, London, „Union Chapel" genannt, durch Anlage und künstlerisches Werth am meisten empor. Sie wurde 1876 und 1877 von dem Verfasser des hier mehrfach erwähnten Buches über den Bau von Predigtkirchen, James Cubitt, errichtet. Dem Programm nach galt es, für 1650 Besucher Kirchenplätze zu schaffen, von deren jedem aus ein gutes Sehen und Hören der Predigt möglich wäre. Dies ist durch Schaffung einer centralen Anlage geschehen, wie sie der Grundrifs Text-Abb. 83 erkennen läfst. Rings um den durch Säulen eingeschlossenen Mittelraum laufen Emporen, die gegenüber dem Rednerpult, da wo sich nach der Strafse hin der Thurm anschliefst, eine beträchtliche Tiefe annahmen (Text-Abb. 82). Im Erdgeschofs sind die Sitze im Zirkel um das Rednerpult angelegt, die Gänge liegen zum Theil in den Radien hinter den Säulen, sodafs nur auf einer Mindestzahl von Plätzen eine Störung durch die letzteren stattfindet. Die Orgel hat ihre Stellung hinter dem Rednerpult in einer Nische. Das Pult ist in der Mittelachse angeordnet, ist indes abweichend von dem congregationalen Gebrauche aus Stein gebildet. Der Bau ist innen und aufsen als Ziegelbau behandelt. Die Decke des Kuppelraumes ist, unter Wahrung der dafür geeigneten Formen, in Holz gebildet und zwar so, dafs sich die Vieleckseiten nach der Mitte hin in einen Kranz schliefsen, dessen

Abb. 76. Ansicht.

Abb. 77. Grundrifs.

Barcay-Kirche in Glasgow.
Architekten J. Burnet, Sohn u. Campbell.

Die Ecke der Strafsenkreuzung nimmt ein mächtiger Thurm ein, der theilweise von americanischem Geld gebaut ist und Lincolnthurm heifst. In der äufseren Gestaltung des Baues (Text-Abb. 78) erscheint das Achteck hochgeführt, die einzelnen Achteckseiten enden mit Giebeln, in deren Durchschneidung ein hölzerner Dachreiter sitzt. Die Kreuzarme laufen gegen die entsprechenden Achteckseiten-Giebel an. Trotz ansprechender malerischer Wirkung fehlt dem Ganzen doch die rechte Einheit und Durcharbeitung. Einen besseren Eindruck macht das Innere der Kirche (Text-Abb. 79), das mit einer gewissen Weiträumigkeit eine recht würdevolle Raumwirkung verbindet.

Inneres sich als Laterne nach oben fortsetzt und als Luftabzug benutzt wird. Die Baukosten der Kirche und der Nebenräume allein betrugen eine halbe Million Mark. Der Thurm wurde erst zehn Jahre später errichtet, er beherrscht nach der Strafse hin die Baugruppe und ist in seiner stämmigen Erscheinung und urwüchsigen Form eine sehr glückliche Architekturleistung (Text-Abb. 81).

„Weigh House Chapel" in London.

Von den beiden congregationalistischen Kirchen, mit welchen Alfred Waterhouse seinen Beitrag zur Sectenbaukunst lieferte, wurde die kleinere 1890 bis 1891 auf einem von dem Herzog von Westminster für 99 Jahre überlassenen Bauplatze in Duke Street errichtet und führt nach dem früheren, in der City von London stehenden Baue der Gemeinde den Namen Weigh House Chapel. Es handelt sich hier um eine Kirche von etwa 900 Sitzplätzen, welche so vertheilt sind, dafs nahe an 600 auf das Schiff und etwas über 300 auf die Emporen entfallen (Text-Abb. 84 und 85). Der Baukörper der Kirche wird im Erdgeschofs durch ein Rechteck bezeichnet, aus dem das Emporengeschofs in eiförmiger Grundform herausragt (Abb. 4 Bl. 44). Den Zugang zu den Emporen vermitteln vier Treppen in den Ecken des Grundrisses. An derjenigen Ecke, an welcher sich der Flügel der Nebengebäude anschliefst, dient die Treppe zugleich als Zugang für diese. Die Emporen sind in Holz in den Raum eingebaut, das Rednerpult und die Orgel bilden den östlichen Abschlufs dieser Holzarchitektur (Text-Abb. 87). Der Orgelspieler sitzt seitlich auf der Empore, während die Sitze für den Chor im Erdgeschofs zu beiden Seiten der Plattform untergebracht sind. Diese Anordnung soll sich nicht bewährt haben, weshalb der Sängerchor jetzt zeitweilig auf der Empore am anderen Ende der Kirche aufgestellt worden ist. Der Bau ist innen und aufsen als Ziegelbau mit reichlicher Verwendung von Terracotta behandelt und macht einen stattlichen Eindruck. Der sich anschliefsende Flügel enthält im Erdgeschofs die geräumige Sonntagsschule, im ersten Stockwerk Sitzungs- und andere Räume und im Dachgeschofs den Vortragssaal, dessen sichtbarer Holzdachstuhl (Text-Abb. 86) von vortrefflicher architektonischer Wirkung ist. An dieses kirchliche Nebengebäude schliefst sich weiterhin das Predigerhaus an. Die Kosten für die Baugruppe haben insgesamt 600 000 ℳ betragen.

Congregationalistenkirche in Hampstead.

Eine ganz besonders geschickte Anordnung läfst die andere der Waterhouse'schen Kirchen, diejenige in Hampstead, erkennen. Hier ist als Grundform ein regelmäfsiges Sechseck gewählt, an dessen einer Seite sich die Plattform befindet, während an den drei dieser gegenüberliegenden Seiten Erweiterungen heraustreten, in denen im ersten Stock Emporen angelegt sind (Text-Abb. 88 u. 89). Zwischen diese drei Erweiterungen legen sich die zwei Haupteingänge des Schiffes, so die sich ergebenden dreieckigen Zwickel einnehmend. Die Eingänge für die Emporen schliefsen sich in beiderseitig angelegten Treppenhäusern an. Auf solche Weise sind im Schiff und auf den Emporen an 1100 leicht zugängliche und vorzüglich gelegene Plätze geschaffen, ohne dafs irgend eine Säule den Blick von diesen auf das Rednerpult verhinderte. Die Schauseite nimmt wieder die Orgel ein, die hier jedoch im Erdgeschofs, zur Seite der Chorplätze gespielt wird. Unmittelbar an die Plattformseite schliefsen

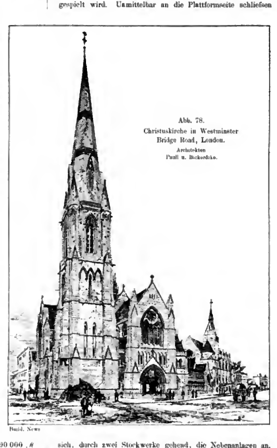


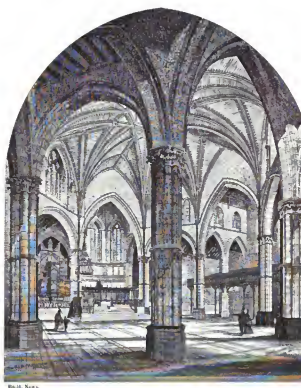
Abb. 78. Christuskirche in Westminster Bridge Road, London. Architekten Paull u. Bickerdike.

Build. News

sich, durch zwei Stockwerke gehend, die Nebenanlagen an, bestehend in Schulklassen und einem Vortragssaal, der durch Schiebewände in eine Sonntagsschule verwandelt werden kann. Die Kirche, im Aufbau central entwickelt, ist ein reiner Ziegelbau mit Ziegeldach durchgebildet und macht in ihrer anspruchslosen, schlichten und doch würdigen Erscheinung einen sehr guten Eindruck. Die Baukosten haben 280 000 ℳ betragen.

Congregationalistenkirche in West-Hampstead.

Im wesentlichen nach denselben Grundsätzen ist eine andere in West-Hampstead errichtete congregationalistische Rundkirche entworfen, welche 1895 von den Architekten Spalding und Cross erbaut wurde (Text-Abb. 90). Sie ist etwas



Build. News.

Abb. 79. Innenansicht

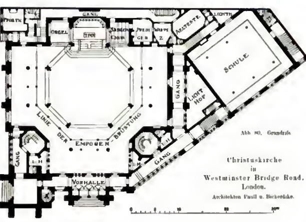


Abb. 80. Grundrifs.

Christuskirche in Westminster Bridge Road, London.
Architekten Paull u. Bickerdike.

kleiner als die vorige und hat im Schiff und auf der Empore nur 859 Plätze. Der Sängerchor ist hier hinter dem Prediger aufgestellt. Rückwärts schliefsen sich wieder die üblichen Nebenräume an, der Vortragssaal kann durch Schiebewände in eine Sonntagsschule für 500 Kinder verwandelt werden. Die Baukosten haben für die Kirche allein 160 000 ℳ betragen.

Congregationalistenkirche in Birmingham.

In diesem Zusammenhange sei hier noch eines leider unausgeführt gebliebenen Entwurfes für eine Congregationalistenkirche in Birmingham gedacht (Text-Abb. 91 S. 479), der in sehr sinnreicher Weise einen Centralbau mit einem kurzen Langhaus verbindet und seine Stützen so anordnet, dafs nicht ein einziger Platz durch sie gestört wird. Dies wird dadurch erreicht, dafs das die Kuppel vorbereitende Achteck mit den Ecken in die Längsachse gestellt, für das Langschiff aber sodann die zweischiffige Anlage mit einem Mittelgang gewählt ist. Das Rednerpult ist weit in den Mittelraum hineingeschoben, sodafs die ganze Gemeinde in den unmittelbarsten Bereich der Stimme des Predigers gebracht ist. Der Entwurf sieht keine Emporen vor, solche würden sich aber für das Langschiff mit Leichtigkeit ergeben, ja selbst, bei Erweiterung der Umfassungsmauern des Rundbaues, rings um diesen herum einfügen lassen. Auch die Architektur dieses interessanten Entwurfes verdient Erwähnung und ist in Abb. 2 Bl. 45 wiedergegeben.



Congregationalistenkirche in Harrow Road, London.

Die von Rowland Plumbe 1889 erbaute Congregationalistenkirche in Harrow Road in London (Text-Abb. 93, 94 S. 473 u. Abb. 3 Bl. 45) mag als Beispiel einer viel geübten Anordnung angeführt werden, die Kirche und ein die Nebenräume enthaltendes zweites Gebäude gleichlaufend nebeneinander zu setzen. Im vorliegenden Falle ist die Verbindung beider Gebäude praktisch und ästhetisch recht glücklich durch einen Thurm bewirkt, der die ganze Baugruppe beherrscht. Die Kirche zeigt die Langhausgrundform und hat rings herumlaufende, auf eisernen Säulen ruhende Emporen, deren bedeutende Fassungskraft die Sitzplatzzahl der Kirche auf 1200

ergänzt. Das Nebengebäude enthält im Obergeschofs einen die ganze Grundfläche einnehmenden Vortragssaal mit sichtbarer Holzdecke. Die Pförtnerwohnung ist hier aufserhalb des Zusammenhanges mit der Gebäudegruppe rückwärts zur Seite einer Durchfahrt angeordnet.

Unionskirche in Brighton.

In der schon mehrfach erwähnten im Bau begriffenen Unionskirche in Brighton werden die Congregationalisten einen Bau erhalten, der an Aufwand, Pracht und künstlerischem Werth nicht seinesgleichen unter den englischen Sectenhäusern haben wird. Der Entwurf zu diesem Gebäude rührt von dem Architekten John W. Simpson her. Es handelte sich um Erfüllung der Aufgabe, bequeme Sitzplätze für 2000 Kirchenbesucher zu schaffen. Statt auf die gothisirenden Versuche der bisher errichteten ähnlichen Kirchen einzugehen, die den Verfasser ästhetisch nicht befriedigen, griff er auf den alten bewährten Gedanken der Kuppelkirche mit angelehnten Halbkuppeln zurück (Text-Abb. 95 u. 96 S. 473) und kleidete ihn in Barockformen, die er ausgezeichnet zu beherrschen versteht. In die Halbkuppeln legte er Emporen, zu deren Unterstützung er keine den Blick beengenden Säulen zu Hülfe zieht. So ist durch einen befreienden Griff das mit Leichtigkeit erreicht, worin so viele nur zum Theil geglückte Versuche gemacht worden sind: eine Gemeinde von aufserordentlicher Anzahl in vorzüglicher Weise kirchlich unterzubringen, ohne dafs dem Blick auf Kanzel und Altar irgend welche Hindernisse in den Weg gestellt würden. Dabei ist, wie der Grundrifs Text-Abb. 96 erkennen läfst, die Form der Kirche dem Bauplatz trefflich angepafst. Um das gute Sehen und Hören zu befördern, ist der Boden in den Halbkuppeln, ebenso wie auf den Emporen, ansteigend gestaltet (Text-Abb. 92). Die Zugänglichkeit ist vorzüglich gelöst, wobei aus dem ansteigenden Boden des Bauplatzes Vortheil gezogen ist. Links und rechts der Plattform, von der tiefsten Stelle der Strafse aus, geschieht der Eintritt in den Mitteltheil der Kirche, während die bedeutend höher liegenden Eingänge an den Enden der Halbkreise wenigstens in zwei Fällen von den höherliegenden Strafsentheilen aus erreicht werden. Im dritten Falle vermittelt eine Treppe den Zugang. In dem Theil hinter der Plattform sowie an dem spitzen Strafsenwinkel sind die nothwendigen Nebenräume der Kirche mit Geschick angelegt, während rückwärts des Bauplatzes eine Sonntagsschule ausgedehntester Art sich anschliefst. Sie reicht durch zwei Stockwerke und ist weit reichlicher, als es sonst zu geschehen pflegt, bedacht mit Ablegeräumen und Nebenräumen aller Art. Im Aeufseren entwickelt sich der Bau als ein glänzendes Architekturwerk, wenn auch die ausgetretenen Gleise des geschichtlichen Barock die sonst in der englischen Architektur zu beobachtende Originalität und persönliche Gestaltung vermissen lassen. Die Hauptfront (Abb. 1 Bl. 46) zieren Standbilder von Oliver Cromwell und John Knox. Der Bau soll aufsen und innen in Stein aufgeführt werden, im Inneren ist, wie die Text-Abb. 92 zeigt, eine hohe Wandverkleidung aus Holz beabsichtigt, die Kuppel (sie hat 20 m äufseren Durchmesser) soll in Concret ausgeführt werden. Der Bau ist auf $1^1/_2$ Millionen Mark veranschlagt, es scheint jedoch mehr als fraglich, ob die Ausführung dafür möglich sein wird.

Spurgeons Tabernakel

Die Secte der Baptisten hat vielleicht nicht so viele architektonisch bemerkenswerthe kirchliche Gebäude aufzuweisen, wie die der Congregationalisten, sie kann sich aber jedenfalls rühmen, das gröfste jemals von Secten erbaute Gotteshaus in dem Londoner Predigthause zu besitzen, das jedermann unter dem Namen Spurgeons Tabernakel bekannt ist. Dieses Haus, welches 5000 Sitzplätze aufwies und oft mit 6000 Zuhörern gefüllt war, wurde am 20. April 1898 ein Raub der Flammen, nachdem es 37 Jahre lang die Stätte machtvoller, über die ganze Welt berühmter Predigten gewesen war, besonders so lange diese aus dem Munde des Gründers des Hauses, des Pastors C. H. Spurgeon, flossen. Unter seiner Leitung und aus den Beiträgen der durch seine Worte angefeuerten Gemeinde war das alte Haus 1859 bis 1861 mit einem Kostenaufwande von 620000 ℳ erbaut worden. Der Architekt desselben war W. W. Pocock. Als Vorbild für den Bau hatte, wie schon erwähnt, eine Concerthalle gedient. Es enthielt demgemäfs aufser dem geräumigen Erdgeschofs zwei rings herum laufende Emporen, die auf eisernen Trägern ruhten, aber sonst Holzbauten waren. Das Erdgeschofs stieg sanft nach hinten an, die Emporen hatten einen stärkeren Anstieg.

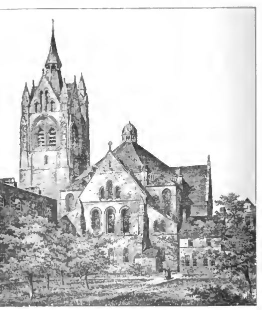


Abb. 81. „Union Chapel", Congregationalistenkirche in Islington, London. Architekt J. Cubitt.

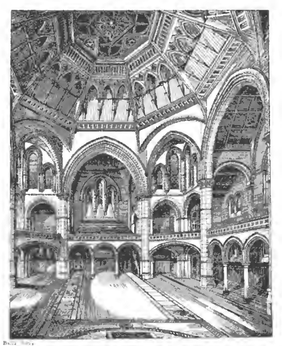


Abb. 82. Innenansicht

Die Rednertribüne befand sich auf der ersten Empore, von ihr führten Treppen herab auf eine andere, etwas über das Erdgeschofs gehobene Plattform, in welcher das Taufbecken versenkt war, wo sich aber sonst der Sängerchor befand. Dieser kehrte der Gemeinde nur während des Gesanges das Gesicht zu, nach Beendigung desselben wandte er sich nach dem Prediger hin und nahm so dieselbe Stellung ein wie die Gemeinde. Die Hörsamkeit des Raumes war bis in den fernsten Winkel vorzüglich. Von diesem Zustande des berühmten Hauses vor dem Brande giebt die Text-Abb. 98 eine Vorstellung. Aeufserlich trug das Gebäude nach der Strafse hin eine palladianische Palastfaçade von mächtigen Maſsen zur Schau (Text-Abb. 97 S. 476). Der Brand entstand auf der obersten Empore, wahrscheinlich infolge der Ueberhitzung eines Schornsteinrohres, als sich gerade im Kellergeschofs des Hauses die Vorbereitung eines Gastmahles für eine Predigerversammlung abspielte. Bei dem vielen Holz, das der Bau enthielt, war das Gebäude in weniger als einer Stunde vollständig ausgebrannt, zum Glück blieben jedoch die Aufsenmauern, im besonderen die Säulenhalle der Front, von dem Brande fast unberührt.

Der Wiederaufbau des Hauses wurde sofort beschlossen und den Architekten Searle und Hayes übertragen. Um den Gottesdienst nur möglichst kurze Zeit unterbrochen zu halten, wurde zunächst das Untergeschofs des Hauses, welches vordem einen grofsen Vortragssaal und eine Sonntagsschule

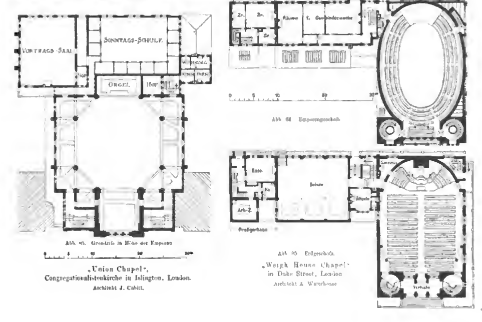


Abb. 83. Grundrifs in Höhe der Emporen

„Union Chapel", Congregationalistenkirche in Islington, London. Architekt J. Cubitt.

Abb. 84. Emporengeschofs

Abb. 85. Erdgeschofs.

„Weigh House Chapel" in Duke Street, London. Architekt A. Waterhouse.

enthalten hatte, nothdürftig wieder instand gesetzt und zu einer vorläufigen Kirche hergerichtet. Dort fanden nach Verlauf von kaum neun Monaten wieder die gewohnten Gottesdienste statt. Für den Wiederaufbau der Kirche selbst wurde zwar die frühere allgemeine Anordnung des Inneren beibehalten, jedoch die Sitzbreiten und -tiefen, die Ganganordnung, die Ein- und Ausgänge zu den Emporen einer vollständigen Aenderung unterzogen. Die Vorderfront sowie die beiden Seitenlängswände konnten fast unberührt stehen bleiben, die Rückwand war arg beschädigt und wurde zu gunsten der hinter ihr liegenden Nebenräume, für die eine gröfsere Ausdehnung erwünscht war, 4 m nach dem Inneren des Gebäudes hereingerückt. Auf diese Weise ergab sich die Anordnung, die der neue Grundrifs Text-Abb. 100 S. 477 darstellt. Die Sitzplatzzahl wird dabei um fast 2000 Sitze vermindert, was hauptsächlich seinen Grund in der gröfseren Bemessung der Sitze (die Sitztiefe beträgt jetzt durchweg $86^{1}/_{2}$ cm) sowie der Gänge hat. Die neue Anordnung zeigt zum Unterschied von früher auch die Anlage zweier Taufsacristeien unter der ersten Empore, die für die Vorbereitung der durch Untertauchen zu Taufenden von Wichtigkeit sind. Die ausführlichen Treppenanlagen für die Emporen sowie die Nothausgänge, für die jetzt die inzwischen sehr verschärften baupolizeilichen Vorschriften mafsgebend waren, erklären sich unmittelbar aus dem Grundrifs. Das Untergeschofs wird wieder wie früher in einen Vortragssaal und eine Sonntagsschule aufgetheilt werden, ist zu diesem Zwecke jedoch, da die Beibehaltung der Fufsbodenhöhe des Erdgeschosses durch die Façade geboten war, um 46 cm weiter in die Erde versenkt worden. In der neuen Ausführung werden alle Decken aus Stahl und Concret hergestellt, auch die Emporendecken, sodafs das Gebäude einen gröfseren Grad von Feuersicherheit erreichen wird als früher. Die Heizung des neuen Gebäudes (das alte hatte überhaupt keine Heizung) wird durch Warmwasserheizkörper erfolgen, welche in den Fensterbrüstungen aufgestellt werden. Zur Entlüftung dienen vier grofse Sonnenbrenner (vgl. den Schnitt Text-Abb. 99 S. 477), welche während des Gottesdienstes auch am Tage brennen. Die Gesamtkosten des Wiederaufbaues werden sich auf 900000 ℳ belaufen, der Bau soll noch im Jahre 1900 seiner Bestimmung wieder übergeben werden.



Abb. 86. Vortragssaal im Dachgeschofs des Nebengebäudes.

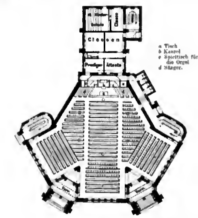


Abb. 87. Innenansicht
Congregationalistenkirche in Duke Street, London.
Architekt A. Waterhouse.

Die Melbourne-Halle in Leicester.

Von weiteren Kirchen der Baptisten sei nur noch eines Baues gedacht, der durch seine gute Grundrifsgestaltung sowohl als durch seinen glücklichen architektonischen Aufbau hervorragt, obgleich bei seiner Ausführung die gröfste Sparsamkeit in den Mitteln gewaltet hat. Es ist die „Melbourne-Halle“ in Leicester. Der Entwurf wurde 1879 durch einen

Wettbewerb unter den Architekten Leicesters gewonnen, aus dem die Architekten Goddart und Paget als Sieger hervorgingen. Der Bau fafst 1400 Besucher im Erdgeschofs und auf der geräumigen Empore. Der Grundrifs (Text-Abb. 101 S. 479) werken vertheilt. Als dürftiger Nothbehelf ist wohl die Beleuchtung des Raumes für den Prediger und des Raumes für die Aeltesten im Erdgeschofs aufzufassen. Im Aeufseren (Text-Abb. 103) giebt sich der Bau schlicht und würdig als



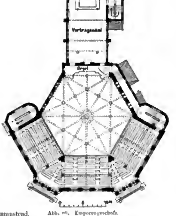


Abb. 88. Erdgeschofs. Congregationalistenkirche in Hampstead. Abb. 89. Emporengeschofs.
Architekt A. Waterhouse.

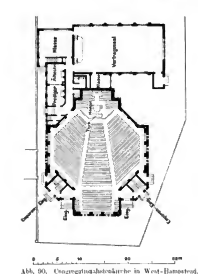


Abb. 90. Congregationalistenkirche in West-Hampstead.
Architekten Spalding u. Cross.

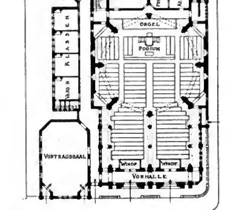


Abb. 91. Entwurf für eine Congregationalistenkirche in Birmingham.
Architekten Henman u. Beddoe.

würde fast auf einen Langbau schliefsen lassen. Wie die Innenansicht Text-Abb. 102 aber zeigt, entwickelt sich oberhalb der Empore eine achteckige Grundform, die durch eine Holzdecke central geschlossen ist. Unter der Kirche ist ein geräumiger Vortragssaal angelegt. Hinter der Plattformseite der Kirche liegen eine Anzahl Klassenräume, in drei Stockdas, was er ist: eine umfassende Anlage für eine ärmere Gemeinde, ohne dafs bei seiner Gestaltung auf eine gefällige Erscheinung verzichtet worden wäre. Er ist innen und aufsen als Ziegelbau ausgebildet mit Zuhülfenahme von Terracotta für die Fenster und Gliederungen. Die Kosten haben 200000 ℳ betragen.

Whitefields Gedächtnifskirche in Tottenham Court Road in London.

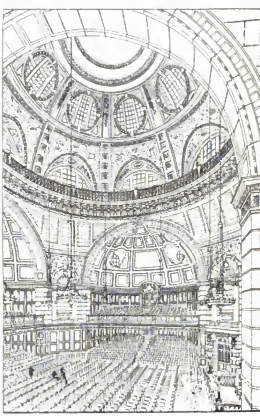
Die Wesleyanischen Methodisten haben von allen Secten bei weitem die zahlreichsten Kirchen, doch scheinen hervorragende künstlerische Leistungen unter ihren Bauten noch seltener zu sein als bei den Baptisten. Namentlich fehlen gröfsere Anlagen mit origineller Grundrifsgestaltung. Die meiste Beachtung verdient vielleicht Whitefields schon erwähntes Predigthaus in Tottenham Court Road in London, dessen Schicksal übrigens von besonderem Interesse ist. Der ursprüngliche Bau Whitefields (Text-Abb. 104 S. 481) wurde schon zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts durch einen zweiten auf derselben Stelle ersetzt (Text-Abb. 105), der lange Zeit hindurch als der gröfste Sectenbau Englands galt. 1890 wurde diese Kirche jedoch von der Baupolizei für baufällig erklärt und der Gottesdienst in ihr untersagt. Man entschlofs sich daher zu einem Neubau, dem dritten Bau an derselben Stelle innerhalb hundert und fünfzig Jahren, der sich augenblicklich seiner Vollendung nähert (Text-Abb. 106). Die Zusammenstellung der Architektur dieser drei Ansichten ist lehrreich, wenn auch nicht besonders schmeichelhaft für unsere Zeit. Von diesem dritten Bau, der in der Hand des Architekten R. Plumbe liegt, sind in den Text-Abb. 107 bis 109 alle drei Grundrisse gegeben, um wenigstens ein Beispiel der üblichen städtischen Sectenkirche vollständig vorzuführen. Unter der Kirche ist der Raum für die Sonntagsschule, ferner eine Kleinkinderschule sowie die Küche angelegt (Text-Abb. 107), das Erdgeschofs (Text-Abb. 108) enthält die Kirche mit ihren unmittelbaren Nebenräumen, während im zweiten Geschofs (Text-Abb. 109) sich die rings herumlaufende Empore und rückwärts von dieser der Vortragssaal ausdehnt. Die Kirche enthält 1130 Sitzplätze, von denen nur nahezu 600 auf das Erdgeschofs entfallen.

Haus der Wesleyanischen Methodisten in Birmingham.

Das zweite hier gegebene Beispiel einer wesleyanischen Anlage in Birmingham (Text-Abb. 110, 111 S. 483 u. Abb. 2 Bl. 46) ist deshalb besonders bemerkenswerth, weil in ihm die für sociale und andere Zwecke bestimmten Räume weit umfangreicher sind, als die eigentliche Kirche, die nur einen kleinen Theil der Anlage ausmacht und nur für 300 Personen berechnet ist. Das Haus steht mitten in einer der Hauptverkehrsadern Birminghams, weshalb es nahe lag, bei den hohen Grundstückspreisen das Erdgeschofs zu Läden zu benutzen und nur die Obergeschosse für die Zwecke der Gemeinde zu verwenden. Die Pläne wurden aus einem Wettbewerb gewonnen, aus welchem die Architekten Osborne und Reading als Sieger hervorgingen. Das Erdgeschofs (Text-Abb. 110) enthält eine ausgedehnte Sonntagsschulanlage. In dem hier nicht wiedergegebenen Geschofs unter diesem (der Bauplatz fällt steil ab) liegen rückwärts ebenfalls noch Schulräume. In dem das erste Stockwerk bildenden Hauptgeschofs (Text-Abb. 111) sind der mächtige Vortragssaal mit Galerie sowie die Kirche untergebracht. Beide haben getrennte Zugänge, um sie unabhängig von einander benutzen zu können. Die Architektur, die in diesem Falle der Verbindung von Laden mit Kirche besonders schwierig war, ist als den Umständen entsprechend wohlgelungen zu betrachten (Abb. 2 Bl. 46), das Gebäude sagt durch seine Erscheinung deutlich, was es ist.

Weitere kleinere Kirchen.

Zum Schlusse seien noch einige kleinere Sectenkirchen hier vorgeführt, die vorzugsweise durch ihre gefällige Architektur hervorragen und dabei gleichzeitig ein buntes Bild von der Vielheit der Architekturbestrebungen und der Wahl der Bauformen bei den Sectenkirchen geben. An erster Stelle verdient in dieser Reihe James Cubitts reizende kleine Kirche der Walliser Presbyterianer in Charing Cross Road in London erwähnt zu werden (Text-Abb. 112 S. 483 u. Abb. 3 Bl. 46), im Grundrifs wie im Aufbau ein Musterbau und innen wie aufsen durch gefällige und dabei würdige Durchbildung erfreuend. Der beschränkte Bauplatz, besonders aber die benachbarten hohen Gebäude legten die Zuführung von



Build. News

Abb. 92. Unionskirche in Brighton.
Architekt J. W. Simpson.

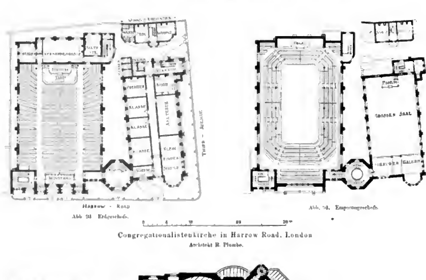


Abb. 93. Erdgeschoß.

Abb. 94. Emporengeschoß.

Congregationalistenkirche in Harrow Road, London.
Architekt R. Plumbe.

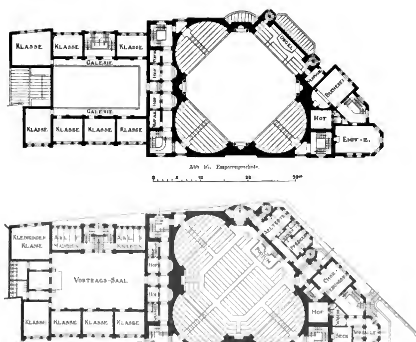


Abb. 95. Emporengeschoß.

Abb. 96. Erdgeschoß.

Unionskirche in Brighton.
Architekt J. W. Simpson.

Oberlicht nahe, was zur Ausbildung des ungemein reizvollen, durch eine Kuppel abgeschlossenen Innenraumes führte. Durch gute Architektur in mittelalterlicher Formengebung machen sich auch die in den Abb. 1 und 4 Bl. 45 vorgeführten Beispiele bemerklich, während in den Kirchen Text-Abb. 113 u. 114 (S. 484 u. 485) mit Glück Renaissance- und Barockformen Anwendung gefunden haben. Eine ganz eigenartige, ebenso freie wie reizvolle Behandlung gothischer Formen führt schliefslich James Taits Congregationalistenkirche in Leicester (Text-Abb. 115 S. 485) vor, ein Beweis dafür, dafs sich vollendete künstlerische Wirkungen auch erreichen lassen, wenn man die geschichtlichen Formen in den Dienst der Sondergestaltung stellt, statt sich in das Joch der fest geschlossenen Ueberlieferung zu begeben.

D. Schlufsbemerkung über Sectenkirchen.

Die dankbaren Aufgaben, die der englische Sectenkirchenbau dem Architekten stellt, haben, wie vorstehend ersichtlich, eine Reihe von Lösungen gefunden, die vom baukünstlerischen Standpunkte aus eine eingehende Beachtung verdienen. In der allgemeinen Plananlage ist eine ihren Zwecken entsprechende Grundform in der central entwickelten Kirche, an die sich rückwärts die mannigfachen, für das ausgebildete Gemeindeleben der Secten nothwendigen Nebenräumlichkeiten anschliefsen, gefunden. Auch in Bezug auf die künstlerische Ausbildung, ganz besonders hinsichtlich der äufseren Gestaltung der ganzen Baugruppe sind gute Beispiele vorhanden. Was die Anlage des Innern anbetrifft, so ist die überall mit Schärfe aufgestellte und zumeist auch eingehaltene Forderung, dafs von jedem einzelnen Kirchenplatze gut gehört und gesehen werden könne, rühmend hervorzuheben, und in den getroffenen Anordnungen, sie zu befolgen, sind viele fruchtbare Keime für den Kirchenbau zu finden. Die grundsätzliche Festhaltung der Mittelstellung des Rednerpultes, die Heranziehung jedes möglichen Mittels, um die Kirchensitze in die praktisch beste Beziehung zu der Ursprungsstelle der Predigt zu bringen, sie sind für den Kirchenbau jeder Religionsgemeinschaft, die überhaupt das gesprochene Predigtwort pflegt, von gröfster Wichtigkeit. Als dringend nachahmenswerth ist die durch die Abtrennung von Räumen erreichte Dehnbarkeit und Anpassungsfähigkeit an wechselnde Bedürfnisse zu bezeichnen, zumal da in der besonders weitgehenden Ausbildung der hierzu benutzten beweglichen Wände ein ausgezeichnetes Mittel in fertiger Form dargeboten wird.

In rein künstlerischer Beziehung stehen die Innenräume der Secten dagegen noch auf der Erstlingsstufe der Entwicklung. In der Regel verhindern allerdings schon die beschränkten Mittel irgend welche künstlerische Entfaltung. Doch sind auch diejenigen Beispiele nicht sehr häufig, bei welchen im Rahmen dieser Mittel das Beste erreicht ist, was hätte erreicht werden können, was vorwiegend seinen Grund in der Heranziehung ungeeigneter baukünstlerischer Kräfte hat. In dieser Beziehung mufs das Beste von der Zukunft erwartet werden, zumal Anzeichen einer Wendung sich jetzt zu mehren beginnen.

Wie die Verhältnisse heute liegen, scheinen noch immer die besten Sectenbauten in America zu suchen zu sein, dem Lande, wo dem Freikirchenthum von Anfang an der volle Spielraum zur Entwicklung gewährt wurde und wo das Fehlen der lastenden Tradition der europäischen Culturwelt verhältnifsmäfsig lange jene Unbefangenheit des Blickes erhielt, die für neuartige Gestaltungen von der Art der neuen Bauaufgaben der Secten so wesentlich ist.

Ergebnisse.

Staatskirchlicher Romanticismus und praktische Ziele der Secten

Das Bild, das uns eine Betrachtung des neueren englischen Kirchenbaues gewährt, ist weit davon entfernt, einheitlich zu sein. Die Gegensätze sind vielmehr gerade innerhalb des Theiles, den man dem Herkommen gemäfs als protestantischen Kirchenbau bezeichnet, so scharf, wie sie nur gedacht werden können. Die englische Staatskirche heute noch als protestantisch zu bezeichnen, dürfte überhaupt gewagt und keinesfalls im Sinne der Staatskirchlichen selbst sein. Wie sie sich seit nun schon sechzig Jahren Hals über Kopf in eine Strömung gestürzt hat, die allmählich



Abb. 97. Spurgeons Tabernakel in London.
Architekt W. W. Pocock

so ziemlich alle Bestandtheile des römisch-katholischen Gottesdienstes wieder aufgenommen hat, wie sie heute mit Verachtung von den „Protestanten" spricht und mit Bedauern auf das Werk der Reformation hinblickt, so verkörpert auch ihr Kirchenbau Ideale, die das Gegentheil von protestantischen genannt werden müssen. Sie bewegen sich lediglich in einem der Gegenwart abholden Romanticismus. Ja, wie der ritualistische Eifer der heutigen Staatskirchlichen die römisch-katholischen Ziele selber in den Schatten zu stellen beginnt, so liegt in Bezug auf den englischen Kirchenbau die merkwürdige Erscheinung vor, dafs er auf einen an die mittelalterliche Glanzzeit des römischen Kirchenthums anknüpfenden, mit Stimmungen arbeitenden Apparat weit mehr Gewicht legt, als die katholische Kirche selber. Während die letztere sich von der neugothischen Bewegung grundsätzlich lossagte und mitten in der Hochfluth der Bewegung für ihre bisher gröfste Kirche in London die Bedingung des italienischen Barock stellte, ging die staatskirchliche Verblendung soweit, dafs man, nur um für den tiefen mittelalterlichen Chor eine Verwendung zu haben, die Sänger priesterlich uniformirte und in den langen Chorraum setzte. Dieser Schritt dürfte das Aeufserste vorstellen, was im blinden Verfolgen eines der Gegenwart abgewandten Ideales geleistet werden kann. Er bezeichnet zugleich den beschränkten Gesichtswinkel, von dem aus allein der englische Staatskirchenbau von heute zu verstehen ist: aus demjenigen des mittelalterlichen Romanticismus.



Abb. 98. Zustand vor dem Brande.

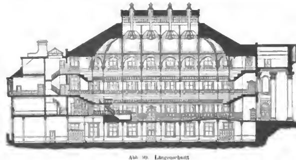


Abb. 99. Längenschnitt.

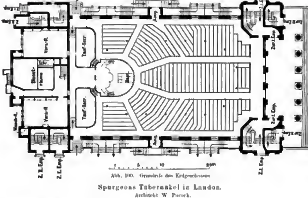


Abb. 100. Grundriß des Erdgeschosses.

Spurgeons Tabernakel in London.
Architekt W. Pocock.

In dem beschränkten Romanticismus liegen die Nachtheile und die Vorzüge des heutigen englischen Staatskirchenbaues zugleich vorgezeichnet. Was Planentwicklung, Constructionsgedanken und Nutzanlage anbetrifft, so stofsen wir hier auf ein ganz und gar unfruchtbares Gebiet. Wir erkennen nur das erstarrte, mittelalterliche Schema, um das sich die kirchenbauende Architektenschaft dreht, ein todtes Schema im Vergleich zur mittelalterlichen Originalkunst insofern, als diese in ihrer jugendkräftigen Vorwärtsentwicklung und ihrem kühnfortschrittlichen constructiven Empfinden etwa das Gegentheil von den Bestrebungen der jetzigen englischen Gothiker vorstellte. Ein Kirchenschiff nicht weiter als 8 m zu bilden, weil die Gothik es so that, einen kleinen Kirchenraum von 300 Sitzplätzen mit Säulenstellungen zu verbauen, einen unnützen tiefen Chor mit sich zu schleppen, für den man eine kümmerliche Berechtigung an den Haaren herbeizieht ist, sicherlich der äufserste Grad formalistischer Erstarrung.

Auf der anderen Seite aber führte gerade die sich in solchen Merkmalen aussprechende Einseitigkeit, die alles um sich vergessende mittelalterliche Begeisterung zu einer künstlerischen Vertiefung innerhalb des engeren mittelalterlichen Kreises, die in den neugothischen Bestrebungen des neunzehnten Jahrhunderts sonst nirgendwo erreicht sein dürfte. Und durch das volle Eindringen in den mittelalterlichen Geist wurde überdies noch eine ausgezeichnete künstlerische Schulung allgemeiner Art, im formal-architektonischen Sinne, hervorgerufen, die nach der Ablegung des gothischen Schulcursus ihre eignen, selbständigen Bahnen, besonders in den angewandten Künsten, gehen konnte und England in dieser Beziehung zu der führenden Stellung verholfen hat, die es in den letzten zwanzig Jahren einnahm. Die Grundlagen für diesen Aufschwung schreiben sich nicht zum mindesten mit aus dem baulichen Eifer

her, der sich im Kirchenwesen entfaltete. Und sicherlich wurde durch ihn auch innerhalb der Kirchenbaukunst selbst eine grofse Vollkommenheit, besonders in der schmückenden Ausgestaltung des Kirchenraumes erzielt. In dieser liegt

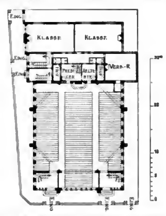


Abb 101. Melbourne-Halle, Baptistenkirche in Leicester.
Architekten Goddart u. Paget

vorzugsweise das Anregende des heutigen Staatskirchenbaues. Unter der Hand einer Generation von Kirchenbaumeistern, die in heiligem Ernst, wenn auch unter dem beschränkenden Banne einer einseitigen Richtung, ihre beste Kraft der künstlerischen Gestaltung und Ausschmückung der Kirche widmeten, ist eine rein formale Blüthezeit von ziemlicher Bedeutung heraufgekommen, deren Gipfel wohl die Thätigkeit Pearsons darstellt. Dieser Meister löste sich übrigens von der äufserlich nachahmenden Weise mittelalterlicher Formen, wie sie den meisten anderen Gothikern eigen war, bis zu einem gewissen Grade los und durchdrang die gothische Formenwelt mit seinem persönlichen Kunstempfinden. Aber in Bezug auf Plan, Anlage und Construction der Kirche blieb er befangen wie alle seine Mitarchitekten.

Liegt somit im allgemeinen das Vorbildliche des englischen Staatskirchenbaues lediglich auf rein formalem Gebiete, so findet beim Sectenkirchenbau genau das Gegentheil statt. Hier ist formal nichts von Belang zu verzeichnen, aber in der allgemeinen Anlage, der Grundrifsgestaltung und der



Abb 102. Melbourne-Halle in Leicester.
Architekten Goddart u. Paget

Bohl Now-

Erfüllung praktischer Erfordernisse sind Anregungen von grofsem Umfange gegeben. Das Programm der Sectenkirche geht von etwa der entgegengesetzten Richtung aus, wie das der Staatskirche. Herrschen dort lediglich romantische und Stimmungsziele, so sind hier lediglich praktische mafsgebend. Und so stellen beide Kirchenarten überhaupt schroffe Gegensätze dar, viel schroffer als sie etwa in Deutschland zwischen dem protestantischen und dem katholischen Kirchenbau zu bemerken sind.

Abb. 103. Melbourne-Halle, Baptistenkirche in Leicester.
Architekten Goddart u. Paget

Gegensätze zwischen staatskirchlichen und Sectenbauten

Diese Gegensätze prägen sich in dem Wesen der beiden Kirchen, wie auch rein äufserlich aus. In letzterer Beziehung bestehen sie etwa in folgenden Punkten: 1. Das staatskirchliche Gebäude ist eine einzelne Kirche, das Sectengebäude eine Gruppe von Kirche und Gemeinderäumen. 2. Die Staatskirche hält streng die Ostrichtung inne, die Sectenkirche nimmt darauf überhaupt keine

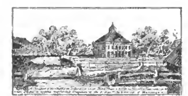


Abb. 104. Erster Bau.



Abb. 105. Zweiter Bau.



Abb. 106. Dritter Bau.

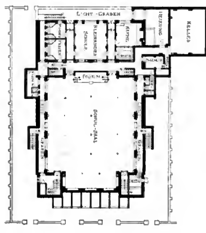


Abb. 107. Untergeschofs.

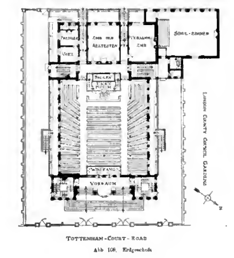


Abb. 108. Erdgeschofs.

0 5 10 20 30 m

Abb. 109. Emporengeschofs.

Whitefields Gedächtnifskirche in London.

Architekt R. Plumbe.

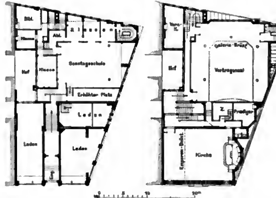


Abb. 110. Erdgeschofs. Abb. 111. Hauptgeschofs.
Haus der Wesleyanischen Methodisten in Birmingham.
Architekten Osborne u. Reading.

Rücksicht. 3. Im Innern der Staatskirche ist der Altar der Zielpunkt der ganzen Anlage, die Sectenkirche kennt überhaupt keinen Altar. 4. Dagegen geht das Streben aller Hochkirchlichen auf möglichste Unterdrückung der Kanzel, die hier niedrig und unbedeutend gestaltet wird und übrigens stets seitlich steht, während die Kanzel in der Sectenkirche durchaus als Hauptsache gilt und so gut wie immer die Mittel-

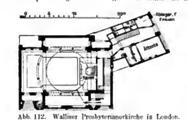


Abb. 112. Walliser Presbyterianerkirche in London.
Architekt J. Cubitt.

stellung einnimmt. 5. Die Staatskirche führt immer den langen schmalen Chor, der als Raum für sich behandelt und vom Gemeinderaum sichtlich abgetrennt wird, die Sectenkirche hat keinen Chor, sondern nur eine erhöhte Plattform im eigentlichen Kirchenraum. 6. Die Staatskirche verschmäht jede Emporenanlage, die Sectenkirche macht von diesem Mittel, eine gröfsere Anzahl von Zuhörern in den nächsten Bereich der Stimme des Predigers zu bringen, gern und ausgiebig Gebrauch. 7. Die Staatskirche kennt nur gerade Sitzreihen, bevorzugt lose Stühle und ordnet stets einen breiten Mittelgang an, die Sectenkirche legt die Sitzreihen rund um das Rednerpult an, hat immer festes Gestühl und nutzt den Mittelraum zu Sitzplätzen aus. 8. Die Orgel steht in der Staatskirche seitlich des Chors und die Sänger sitzen im Chor, während bei der Sectenkirche fast in allen Fällen die Orgel auf einer Empore angesichts der Gemeinde aufgestellt ist und die Sänger auf derselben Empore Platz finden. 9. Die Staatskirche hat meistens Glocken (zum mindesten eine Sanctusglocke) und daher einen Thurm oder wenigstens einen Dachreiter, während die Sectenkirche der Glocken entbehrt und daher auf den Thurm im Nothfalle ganz verzichten kann. 10. Die Staatskirche führt fast in allen Fällen einen Weihenamen, die Sectenkirche nie.

Dem Wesen nach ist der Unterschied wohl am besten dadurch gekennzeichnet, dafs man sagt: die Staatskirche will eine Anbetungsstätte, die Sectenanlage ein Gemeindehaus sein. Daher legt die Staatskirche alles Gewicht auf die sogenannte kirchliche Stimmung. Sie trennt die Gemeinde von der Stätte der Verehrung sichtlich ab, sie sucht überhaupt in der Kirche einen Gegensatz zur äufsern Welt zu schaffen, während die Sectenanlage für die Gemeindemitglieder die Welt selbst sein will, die Sammelstelle des Gemeindelebens in jedem Sinne. Und noch ein anderer wesentlicher Unterschied kommt in Betracht: Da sich die Geistlichkeit in der Staatskirche geheiligte Eigenschaften beilegt, sich als kirchlich höhere Wesenheit betrachtet, sich in prunkende Gewänder hüllt und eine Art Vermittlerrolle zwischen der Gottheit und der Menschheit spielt, die Prediger der Sectengemeinden aber nichts anderes als die anderen Gemeindemitglieder sein wollen und stets in gewöhnlicher Kleidung ihres Amtes walten, so hebt die Staatskirche einen Unterschied zwischen Priesterschaft und Volk absichtlich scharf hervor, während die Secten ihn grundsätzlich verwischen. Die Kirche ist somit bei den Secten das allgemeine Versammlungshaus für die Gemeinde in ihrer ganzen Abstufung, die **Einheit des Raumes** infolgedessen das Grundmotiv der künstlerischen Ausbildung, in der Staatskirche dagegen wird die Trennung von Priesterschaft und Volk zum Ausgangspunkt der Gestaltung gemacht, das Ergebnifs ist also eine **Zweiheit der Raumanordnung**, eine grundsätzliche Theilung in

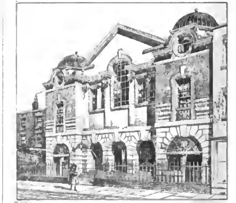


Abb. 113. Kirche der Primitiven Methodisten in Old Kent Road, London.
Architekten Banister Fletcher u. B. F. Fletcher.



Abb. 114. Walliser Methodistenkirche in Cardiff.
Architekt J. H. Philipps.

Schiff und Chor, ähnlich wie es im Mittelalter der Fall war. Diese Zweiheit des Raumes (man spricht innerhalb der Staatskirche sogar von einer Dreiheit, weil der Chor wieder in zwei Unterabtheilungen zerfällt) ist nie so scharf hervorgekehrt worden, als in der heutigen englischen Staatskirche, man stellt sie selbst sinnbildlich in der auffallendsten Weise durch die hohen Chorschranken dar.

Vorbildliches und Unvorbildliches.

Trotz der Buntheit des Bildes, das so der heutige englische Kirchenbau gewährt, bieten sich viele Züge dar, aus denen wir lernen oder mit Vortheil Anregung ziehen können, einige andere verdienen deshalb unsere Beachtung, weil sie uns Nachtheile zeigen, die zu vermeiden sind.

Kirchenbaugesellschaften

In Bezug auf das Zustandekommen der Kirchenbauten fällt zunächst die Thätigkeit der Kirchenbaugesellschaften vertheilhaft auf, die in ihrer vorzüglichen Organisation, ihrer praktischen Hülfeleistung in Bezug auf das Beibringen der Geldmittel, in der Art, wie sie Rathschläge für die gesamte wirthschaftliche Begründung neuer Kirchenbauunternehmungen ertheilen, und vor allem, wie sie auch architektonisch und technisch einwirken, unsere eingehendste Beachtung verdienen. In letzterer Beziehung steht namentlich der staatskirchliche Bauverein als leuchtendes Vorbild da. Die Vorschriften desselben sind nicht nur als technischer Führer von Bedeutung, sondern vor allem auch insofern von unschätzbarem Werthe, als sie dem Architekten aufs klarste über die Erfordernisse der zu errichtenden Kirche unterrichten, sodafs Zweifel über die wesentlichen, bei uns viel umstrittenen Punkte, wie die Bedeutung und Stellung von Altar und Kanzel, ausgeschlossen sind. Denn es leuchtet von selbst ein, dafs diese Streitfragen aufserhalb des Bereiches des Baumeisters liegen, anderseits ist es aber dringend nöthig, dafs sich vor allem die Geistlichkeit klar über sie wird, um dem Architekten, dem sie als Bauherrin gegenübersteht, scharf umrissene Angaben machen zu können.

Bau-Dilettantismus der Geistlichkeit.

Diese völlige Klarheit über die springenden Punkte der Kirchenanlage herrscht bei der englischen Geistlichkeit, und zwar ebensowohl in der Staatskirche als bei den Secten unbedingt vor. Hier mufs aber sogleich auf einen Mifsstand in einer andern Beziehung aufmerksam gemacht werden, der sich in England in den letzten fünfzig Jahren deutlich fühlbar gemacht hat. Es ist die Neigung der Geistlichkeit, auch in die rein bauliche, namentlich die ästhetische und stilistische Seite der Frage einzugreifen. Im ersten Theil dieser Abhandlung ist entwickelt worden, wie gerade das eifrige archäologische Wirken der aus Geistlichen bestehenden Ecclesiologischen Gesellschaft jene Herrschaft des verhängnifsvollen romantischen Bauideals heraufbeschwor, die jede weitere Entwicklung des Kirchenplanes zur Unmöglichkeit werden liefs. Und selbst bei den Secten hat sich jener laienhafte Romanticismus bereits zu zeigen begonnen — es braucht nur an die Bauvorschriften der Congregationalisten erinnert zu werden —, obgleich er hier doppelt am unrechten Orte ist. Diese Eingriffe der Geistlichen in das eigentliche bauliche Gebiet haben sich in England als ungemein hemmend erwiesen, zumal ihnen von seiten der Architekten ein auffallend geringes Mafs von Interesse an Plan- und Constructionsentwicklung gegenüberstand. Es ist das Bezeich-



Abb. 115. Congregationalistenkirche in Clarendon Park, Leicester.
Architekt J. Tait.

nende des Laienthums in der Baukunst, überall nur die äufsere Form zu sehen und diese über alle Zeiten hinweg als allgemeingültig zu betrachten. Die thatsächlichen Verhältnisse liegen indessen so, dafs die Form in allen lebenskräftigen Zeiten nur das Ergebnifs der inneren treibenden Kräfte war. Man sollte es daher ruhig auch heute den inneren treibenden Kräften überlassen, sich eine ihnen angemessene Form zu suchen. Diesen treibenden Kräften künstlerischen Ausdruck zu geben, ist Sache des Architekten. Gerade wie der Kranke es dem Arzt anheimstellen mufs, aus der Gesamtheit der Symptome den Plan für die Behandlung aufzustellen, geradeso hat der Bauherr das eigentliche Fachliche der Baukunst dem Architekten zu überlassen, es genügt, die besonderen Wünsche in Form eines genau umgrenzten Programms zu nennen.

Stufenweise Ausführung.

Was die Ausführung der Kirchen anbetrifft, so ist als aufserordentlich nachahmenswerth nochmals die stufenweise Fertigstellung des Baues zu erwähnen, die jetzt in England bei allen neuen Anlagen zur Anwendung kommt, wo die Mittel nicht sofort in der ganzen Ausdehnung bereit stehen. Die Vortheile dieser Ausführungsart sind mannigfach und wiegen die geringen Nachtheile reichlich auf. Zunächst überhebt sie der Nothwendigkeit, bei mangelnden Mitteln den ganzen Bau billig und nothdürftig herzurichten. Sodann gewährt sie Mufse und befördert jene Ausreifung künstlerischer Gedanken, die bei der Hast des heutigen Bauens beinahe abhanden gekommen ist. Schliefslich hält die ihrer Vollendung harrende Kirche das Interesse der ganzen Gemeinde aufs lebhafteste gefesselt und bildet so ein besseres Mittel zum vereinten Wirken der Gemeinde, als etwa ein fix und fertig übergebener Bau. Dies ist besonders dann der Fall, wenn, wie es in England durchgängig geschieht, die Gemeindemitglieder Einzeltheile des Baues, besonders der innern Ausstattung, zu stiften pflegen. In der Beförderung dieses Brauches liegt ein treffliches Mittel, sowohl das Interesse der Gemeinde an der Kirche zu heben, als auch den künstlerischen Werth des Baues fortlaufend zu steigern.

Kleinheit der Kirchen.

In der Gestaltung der Kirche ist die mäfsige Gröfsenbemessung nachahmenswerth, die die Kirche von über 1000 Sitzplätzen zu den Seltenheiten macht. Das letztere trifft selbst bei den Secten zu, wenngleich hier die Predigergabe einiger hervorragender Redner gelegentlich zu Massen-Predigthäusern geführt hat. Der der Kleinheit zu Grunde liegende Gesichtspunkt der kleinen Einzelgemeinden ist gewifs beherzigenswerth, ein näheres Eingehen auf ihn würde aber den Rahmen dieser Betrachtung überschreiten, weil diese Frage mehr in das kirchlich-organisatorische als architektonische Gebiet gehört.

Einfache Gestaltung.

Der Aufbau der englischen Kirche ist zu allermeist durch seine Einfachheit mustergültig sowie durch die gänzliche Abwesenheit von jener gesucht-malerischen Richtung, die in neuerer Zeit so häufig zu bemerken und wohl am besten als ein „künstliches Wildmachen“ zu bezeichnen ist. Der Thurm ist selbst bei der Staatskirche kein wesentlicher Bestandtheil der Kirche und wird bereitwillig preisgegeben und durch einen kleinen Glockenausbau oder Dachreiter ersetzt, wenn die Mittel dies nahelegen. In der Regel wird er, wenn überhaupt, so erst später ausgeführt. Die Abwesenheit äufserlich-malerischer Neigungen giebt sich vor allem auch schon im Grundrifs zu erkennen, der immer symmetrisch ist, es sei denn, dafs ganz besondere Umstände eine unsymmetrische Anlage erfordern.

Ein gewisser malerischer Aufbau ergiebt sich natürlich bei den Sectenbauten von selbst, deren vielgestaltiges Bauprogramm es meist zu den Unmöglichkeiten macht, das Ganze unter einem Dach zu vereinigen. Auch drängt hier der naheliegende Gedanke schon an und für sich zu einer gruppirten Gestaltung, die Kirche als Hauptbestandtheil der Anlage auch sinnbildlich zu kennzeichnen und sichtlich als Beherrscherin der Gruppe hervorzuheben. Man folgt aber auch hierin mehr den natürlich gegebenen Bedingungen, als dem Wunsche rein äufserlich malerischer Gestaltung. Die gewaltsame Herbeiführung einer solchen widerstrebt im allgemeinen dem gesunden Sinn des Engländers.

Dieselbe Schlichtheit der Empfindung ist auch in der architektonischen Behandlung der Einzelheiten zu bemerken, die der ungeschmückten Wandfläche ihr Recht läfst, billiges Ornament grundsätzlich vermeidet, die besonderen Eigenschaften des Materials trefflich zur Geltung bringt und den architektonischen Schmuck sparsam auf einzelne Theile beschränkt. Künstlerisch ganz besonders hervorragend ist, wie schon erwähnt, im staatskirchlichen Bau der Innenraum durchgebildet. Hier weist die neuere englische Baukunst Leistungen auf, die sich den besten der alten Kunst an die Seite stellen lassen und in unserer Zeit völlig vereinzelt dastehen dürften.

Altar und Kanzel.

In der Anlage der Einzeltheile des Baues, der Stellung von Kanzel, Altar, Taufstein, Lesepult usw. sind deshalb die Anregungen spärlicher, weil die Einrichtungen natürlich ganz und gar auf die Sonderheiten der gottesdienstlichen Gebräuche und Auffassungen zugeschnitten, im übrigen bei Staatskirche und Secten grundverschieden sind. Hier hat der Architekt jedenfalls allerorten dem Gebrauch zu folgen. Der kirchliche Bauherr hat den Gebrauch festzustellen und dem Architekten die daraus sich ergebenden Fingerzeige zu übermitteln. Der lange geführte Rangstreit zwischen Kanzel und Altar ist in der Staatskirche augenblicklich für den Altar entschieden, bei den Sectenkirchen kann er deshalb überhaupt nicht auftauchen, weil ein Altar nicht vorhanden ist.

Orgel.

Aeufserst wichtig sind dagegen die Versuche, die in Bezug auf die Stellung der Orgel in England gemacht worden sind. Diese Versuche sind von allgemeinem Interesse, weil die Orgel in allen Fällen ihres kirchlichen Auftretens dieselbe Aufgabe erfüllt: den Gemeinde- und Chorgesang zu begleiten. Wie weiter vorn erwähnt, ist die Stellung des Instruments in der englischen Kirche noch nicht vollkommen klar entschieden. Wie die Verhältnisse aber liegen, steht heute bereits eins fest: die Orgel hat ihren Platz angesichts der Gemeinde und nicht im Rücken derselben. An dieser Thatsache kann auch der Rath des im ersten Theile erwähnten Ausschusses zur Berathung der Orgelstellung nichts ändern, die Orgel auf die Westempore zu stellen, der wohl ziemlich spurlos verhallen wird. Somit wäre die erste auftauchende Grundsatzfrage, ob die Orgel vor oder hinter der Gemeinde zu stehen habe, für England als entschieden zu betrachten, und zwar in dem durchaus der natürlichen Auffassung entsprechenden Sinne, dafs die Musikquelle in der Richtung anzuordnen ist, nach welcher sich unsere Ohrmuscheln öffnen, nämlich nach vorn. Es bleibt in England nur noch die besondere

Stelle angesichts der Gemeinde genauer zu bestimmen, an welcher das Instrument stehen soll. Bei ihrer Wahl werden die Staatskirche und die Secten verschiedene Wege einschlagen müssen, da die erstere, ganz abgesehen von anderen Gründen, wegen des als nothwendig betrachteten Altaraufbaues auf die Mittelstellung verzichten mufs. Bei den Secten sind gegen diese, an und für sich naheliegende Mittelstellung auf einer Empore, die sich übrigens ganz und gar eingebürgert hat, nur Bedenken gegen die damit verbundene Aufstellung des Sängerchores angesichts der Gemeinde geltend gemacht worden. Aber hier wäre es ein leichtes, eine Anordnung zu treffen, um die Sänger den Blicken der Gemeinde zu entziehen. Ein naheliegendes Anknüpfungsmotiv böten z. B. die Musikgalerieen der altenglischen Festsäle, die vielfach durch ein architektonisch behandeltes Gitterwerk gegen den Saal hin abgeschlossen sind. Aller Voraussicht nach werden die Secten bei der Mittelstellung der Orgel nach vorn verharren, wie die Staatskirche die vordere seitliche Stellung beibehalten wird. Beide Stellungen geben eine Fülle von Anregungen auch für unsere Verhältnisse, wie denn überhaupt die ungemeine Mannigfaltigkeit der englischen Orgelstellung eine wahre Musterkarte von Möglichkeiten gewährt und eine Vorarbeit ausgedehntester Art darstellt, wenn es sich darum handelt, eine andere als die bei uns übliche Stellung der Orgel auf der Westempore ausfindig zu machen.

Andere Anregungen

Aufser diesen Hauptanregungspunkten finden sich im englischen Kirchenbau noch eine Reihe anderer, die an geeigneter Stelle hervorgehoben worden sind. Hier seien nur noch einmal dem Namen nach angeführt die meist gute Wahl des Bauplatzes, die in der Regel mit Sorgfalt und Geschmack angelegte gärtnerische Umgebung der Kirche, die intime Gestaltung der Eingänge, die mehr anheimelnd, als strengmonumental gehandhabte Ausbildung der Innenräume, die handwerklich vorzügliche Ausführung aller Bauarbeiten, die Wahl von Baustoffen, welche mehr ein kräftiges Korn als glatte Eleganz zur Schau tragen, die grofse Sorgfalt, welche auf Einzelconstructionen, wie Rinne, Dachdeckung und Wärmeschutzschichten der Decken verwandt wird, und schliefslich die guten Einrichtungen zur Heizung und Lüftung. In dem zu hoher Schönheit ausgebildeten Holzdachstuhl wird man eine englische Eigenthümlichkeit zu sehen haben, die für uns nicht von allzugrofsem praktischen Interesse ist, in der englischen Form des abgestumpften Thurmendes eine solche, von der wir uns am besten fern halten.

Culturwerth der Sectenbauten

Die nachhaltigsten Einwirkungen werden für die Zukunft nicht vom englischen Staatskirchenbau, sondern von den Sectenbauten zu erwarten sein. Hier allein hat sich eine neuzeitliche Culturerscheinung baulich verdichtet, so unvollkommen ihre Form auch jetzt noch ist. Hier allein sehen wir Keime aus der Erde spriefsen, welche eine Fortentwicklung der kirchlichen Baukunst ankündigen, eine Fortentwicklung, die sich an ein wirkliches Leben in dem Körper, dem sie dient, knüpft, statt ihr Heil in einem Ideale der Vergangenheit zu suchen. Das fortschreitende Christenthum kann, wenn es sich nicht in absurde Theorieen verlieren will, die der Menschheit nichts nützen, wenn es seinen Zusammenhang mit dem Leben der Gegenwart retten will, sein Arbeitsfeld nur auf dem Boden der hülfreichen Nächstenliebe und einer höheren Bethätigung des christlichen Wirkens suchen. In diesem Sinne würde die Kirche ihrem Begründer selbst wohl auch am verständnifsinnigsten folgen. Dafs die umfangreichen, für allerhand menschenfreundliche Zwecke errichteten Gemeindebauten der englischen Secten heute bereits in greifbarer Form dastehen, ist ein höchst erfreuliches Culturzeugnifs dafür, dafs wir uns auch im Christenthum vorwärts bewegen, dafs es möglich ist, in ihm eine praktische Handhabe zu finden, mitteln deren eine sich allmählich ins riesenhafte steigernde Aufgabe der Gegenwart gelöst werden kann, die sociale Frage. Sollte auch bei uns die Erkenntnifs immer allgemeiner werden, dafs die christliche Gemeinde nicht nur eine Gemeinschaft zum gemeinsamen Singen und Beten, sondern eine Vereinigung ist, die alle Aufgaben der Nächstenliebe, Menschlichkeit und brüderlichen Gesinnung zu ihren eigenen macht, sollte sich das Goethesche Wort schon in absehbarer Zeit bewahrheiten, dafs „wir alle nach und nach aus einem Christenthum des Worts und Glaubens zu einem Christenthum der Gesinnung und der That kommen werden“, dann sind in den bisherigen Bauversuchen der Secten die werthvollsten Fingerzeige für uns gegeben, wie die in diesem Zusammenhange entstehenden Bedürfnisse baulich zu decken sind, und wir sind dann in der glücklichen Lage, uns die Erfahrungen zu nutze machen zu können, die die englischen und americanischen Secten als Pfadfinder auf diesem Gebiete gesammelt haben.*)

---

*) Für diese Reihe von Aufsätzen sind folgende Quellen benutzt worden:

The Architect, London.
The Architectural Review, London.
Reports of the Committee of the Baptist Building Fund
James Bentham, The History of Antiquities of the Conventual Church of Ely. London 1771.
George H. Birch, London Churches of the XVII. and XVIII. Centuries. A Selection of the most Remarkable Ecclesiastical Buildings including St. Paul's Cathedral, erected within and around the Ancient City Walls between the years 1630 and 1730. London 1897. B. T Batsford.
Bowman and Crowther, Churches of the Middle Ages.
R. and J. A. Brandon, Analysis of Gothic Architecture. Erste Auflage. London 1847.
R. and J. Arthur Brandon, The Open Timber Roofs of the Middle Ages, London 1849.
Raphael and J. Arthur Brandon, Parish Churches, London 1847.
The British Architect, London.
Britton and Pugin, Illustrations of the Public Buildings of London, London 1825.
The Builder, London.
The Builders' Journal and Architectural Record, London.
Building News, London.
T. Francis Bumpus, London Churches Ancient and Modern.
The Congregational Year Book, Congregational Union of England and Wales. London.
The Contemporary Review, London.
James Cubitt, Church Design for Congregations: its Developments and Possibilities, London 1870.
Percy Dearmer, The Parson's Handbook, London 1899.
Dodsworth and Dugdale, Monasticon Anglicanum. Erste Auflage. London 1655 bis 1682.
Dugdale, History of St. Paul's Cathedral, London 1658.
Durandus, Rationale Divinorum Officiorum.
Charles L. Eastlake, A History of the Gothic Revival, London 1872. Longmans, Green and Co.
Annual Reports from the Ecclesiastical Commissioners for England. London, Eyre and Spottiswood.
The Ecclesiologist, London.
Howard Evans, The Free Churches in the Victorian Era. London, Memorial Hall.
Ferrey, The Life of A. W. Pugin.
J. C. Gallaway, Practical Hints on the Erection of Places of Public Worship, compiled under the direction of the Committee of the English Congregational Chapel Building Society. 3. Auflage. London 1874.
Grose, Antiquities of England and Wales. 1773 bis 1787.
Halfpenny, Gothic Ornaments in the Cathedral Church of York. Leeds 1894.

Henry Hyde (Earl of Clarendon), History and Antiquities of Winchester Cathedral. London 1715.
Der Kirchenbau des Protestantismus von der Reformation bis zur Gegenwart. Herausgegeben von der Vereinigung Berliner Architekten. Berlin 1893. Commissionsverlag von Ernst Toeche.
James Knaggs, History of Congregationalism from the Apostolic Age to the Present Time. 2. Aufl. London 1897, Memorial Hall.
Charles Mackeson, A Guide to the Churches of London. London 1894 und 1895.
Otto March, Ueber evangelischen Kirchenbau in England. Deutsche Bauzeitung, Berlin 1892.
J. T. Micklethwaite, Modern Parish Churches, London 1874.
The Municipal Journal, established as „London".
D. Heinrich Otte, Handbuch der kirchlichen Kunst-Archäologie. Fünfte Auflage. Leipzig 1883.
F. A. Paley, A manual of Gothic Mouldings, London 1845.
Thomas Pownall, Origin of Gothic Architecture.
A. W. Pugin, Contrasts, London 1836.
A. W. Pugin, The True Principles of Pointed or Christian Architecture, London 1841.
A. W. Pugin, An Apology for the Revival of Christian Architecture in England, London 1843.
The Quarterly Review, London.
Wilhelm Rohnert, Kirche, Kirchen und Secten samt deren Unterscheidungslehren. 3. Aufl. Leipzig 1883, Georg Böhme.
Th. Rickman, An Attempt to Discriminate the Styles of English Architecture. 7. Aufl. Oxford 1881.
John Ruskin, Stones of Venice. 1851 bis 1853.
E. Sharpe, Architectural Parallels, London 1848.
G. E. Street, Brick and Marble, London 1874.
Stüler, Ueber den Bau evangelischer Kirchen in England. Zeitschrift für Bauwesen 1858.
Benjamin Webb, Sketches of Continental Ecclesiology, London 1848.
G. Wendt, England. Seine Geschichte, Verfassung und staatlichen Einrichtungen. Leipzig 1892, O. R. Reisland.
Annual Reports of the Wesleyan Chapel Building Committee.
Returns of Accomodation in Wesleyan Methodist Chapels obtained by the Wesleyan Chapel Committee, London 1892.
Wesleyan Methodist Church, Minutes of Conference of the people called Methodists, London 1897.
Joseph Whitaker's Almanach, London.

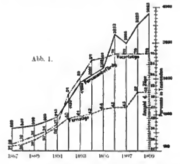
Die Vorortbahn von Berlin nach Grofs-Lichterfelde.*)

Von Ernst Biedermann, Königl. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Berlin.

(Mit Abbildungen auf Blatt 67 bis 73 im Atlas.)

Bedürfnifs und Nothwendigkeit einer Vorortbahn von Berlin nach Grofs-Lichterfelde.

Der Vorortverkehr nach Grofs-Lichterfelde (Ost), die Zwischenstationen Tempelhof, Südende, Lankwitz umspannend, nahm und nimmt zur Zeit noch seinen Ausgang vom Anhalter Fernbahnhof unter Abwicklung des Betriebes auf dem Ferngleisepaar Berlin—Halle, gleicherart geht vom Anhalter Fernbahnhof der Betrieb der Vorortstrecke Berlin—Zossen aus, der sich bis zur ersten Vorortstation Mariendorf auf dem einzigen Ferngleise Berlin — Elsterwerda — Dresden abwickelt; von Mariendorf bis Zossen ist Zweigleisigkeit der Dresdener Bahn, mithin auch für die Vorortzüge vorhanden. Die überaus starke Beanspruchung des Anhalter Ferngleisepaares, das im Jahre 1899 durchschnittlich 70 Vorortzüge, 52 Schnell- und Personen- und 25 Güterzüge, also insgesamt 147 Züge, ohne eine erkleckliche Anzahl von Sonder- und Arbeitszügen, sowie von Maschineneinzelfahrten, zu bewältigen hatte, drängte schon seit Jahren auf weitgehendste Entlastung in der naturgemäfsesten Form der Anlage selbständiger Vorortgleise, da das Wachsthum der aufblühenden Villencolonien der Gemeinde Lichterfelde, sowie des zusammenhängenden Villenbebauungsgebietes der südwestlichen Vororte Südende—Lankwitz seinerseits auf schnellere Zugfolge im Vorortverkehr einen immer stärker werdenden Druck auszuüben begann. Unabweisbare weitere Folge einer solchen künftigen Viergleisigkeit der Anhalter Strecke war die Forderung der Beseitigung der Kreuzungen der wichtigsten Strafsenzüge jener Ortschaften mit den Bahngleisen in Schienenhöhe. Die vorgeschilderten Mifsstände hinsichtlich der betriebsmäfsigen Ueberanspruchung des Anhalter Ferngleisepaares erleidet vor dessen Einmündung in den Anhalter Bahnhof neben der Brücke über dem Landwehrcanal (Bl. 67 u. 68) eine weitere Verschärfung dadurch, dafs das Dresdener Ferngleis mit einer Belastung von 12 Fern- und 20 Vorortzügen bei dem dort befindlichen Stellwerk Mtn die Anhalter Ferngleise auf dem Weichen-Kreuzungswege verläfst, dafs also auf dem anfänglichen Streckentheil von Bahnhofshalle bis zum Landwehrcanal die Anhalter Gleise mit 122 + 32 = 154 Fern- und Vorortzügen täglich belegt sind, von denen 28 Schnellzüge sind, die, dem fahrplanmäfsigen Verkehr entsprechend, sich beson-


Abb. 1.

ders zu den Morgen- und Abendstunden derart zusammendrängen, dafs zeitweise stündlich 10 bis 11 Züge zur Abfertigung kommen.

Die vorgenannten Ziffern und die geschilderten Verhältnisse lassen einen Schlufs auf den innerhalb des Anhalter Personenbahnhofs abzuwickelnden Betriebs- und Verkehrsumfang zu, dessen steigende Richtung durch die vorstehende zeichnerische Darstellung der Verkehrsziffern (Text-Abb. 1) lehrreich veranschaulicht wird und durch die neben der Forderung der Schaffung selbständiger Vorortgleise nach Grofs-Lichterfelde und Zossen die weitere Forderung auf Verlegung des gesamten Vorortverkehrs aus dem Anhalter Empfangsgebäude heraus sich begründet, kurz völlige

*) Diese Abhandlung war in abgekürzter Gestalt Gegenstand eines Vortrages des Verfassers im Architekten- und Ingenieurverein zu Berlin am 23. April d. J.

örtliche und betriebliche Trennung des gesamten Vorortverkehrs vom Fernverkehr.

Die Ziffern der Darstellung nach dem Jahre 1896 lassen eine weitere Steigerung der Zahl der Fernzüge, sowie ein erhebliches Wachsthum des Vorortverkehrs erkennen, ohne dafs dem letzteren eine Zunahme der Anzahl der Vorortzüge entspricht. Die Beharrung der letzteren auf der Ziffer 70 des Jahres 1896 giebt der Unmöglichkeit Ausdruck, auf dem einen zur Verfügung stehenden, betrieblich schwer belasteten Ferngleisepaar weitere Vorortzüge durchzuführen, für deren Bedürfnifs das Wachsthum der Verkehrsziffer Zeugnifs ablegt.

Anfänglicher Entwurf.

Ein anfänglicher Entwurf vom Jahre 1896 verlegte den nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen erforderlichen selbständigen Vorortbahnhof auf die nordwestliche Seite des Anhalter Hauptbahnhofs, und zwar die Vorderfront des neuen Empfangsgebäudes in einer Linie mit der Abschlufswand der Anhalter Haupthalle, demnach um die Längenerstreckung des überdeckten Anhalter Hauptbahnhofes, um 200 m, nach dem Landwehrcanal zu verschiebend. Die Achse der zweigleisigen Vorortbahn sollte zunächst westlich neben der bestehenden viergleisigen Ueberführung den Landwehrcanal und seine beiden Uferstrafsen (das Hallesche Ufer und das Tempelhofer Ufer) überschreiten, um sich dann, in weitem Bogen um die Betriebsanlagen des Dresdener Güterbahnhofes herum, nach Ueberschreitung der Yorkstrafse mitteln der bestehenden nordwestlichen Ueberführung der Anhalter Gleisegruppen unter der Colonnenstrafsenbrücke dem Dresdener Hauptgleise zu nähern und unter Benutzung desselben zwischen dem Bahnhof der Militäreisenbahn und den Anhalter Ferngleisen hindurch an den Verschubbahnhof Tempelhof heranzuziehen. Diese Linienführung des Vorortgleisepaares stellt bis zur Vereinigung mit dem DresdenerFerngleise in der Gegend der Colonnenbrücke eine grundverschiedene Lösung gegenüber dem zur Ausführung gelangten Entwurf dar, der Gegenstand dieser Abhandlung sein wird, und in dessen Verfolg auch der weitere Fortgang der Linie bis nach Grofs-Lichterfelde näher beschrieben werden soll.

Von diesem ersten Entwurf, der die Beseitigung eines werthvollen eisenbahnfiscalischen Dienstwohngebäudes am Tempelhofer Ufer in sich schlofs und dessen Ausführungskosten sich auf etwa 5,3 Millionen Mark beliefen, wurde zu gunsten des hier in Rede stehenden Entwurfes der Einführung der Vorortbahn in den Potsdamer Ringbahnhof mit einem anschlagsmäfsigen Kostenaufwande von 5,6 Millionen Mark aus den nachfolgenden Gründen Abstand genommen:

1. Die Anlage des Empfangsgebäudes auf der nordwestlichen Seite des Anhalter Hauptbahnhofes, die aus dem allgemeinen Gesichtspunkte möglichster Vermeidung grofser Personen-Verkehrsverschiebungen in Ansehung ihrer Einflüsse auf das Gefüge des Gesamtverkehrs und damit unter thunlichster Vermeidung künstlicher Werthbildung oder Entwerthung des Privatgrundbesitzes, gewissermafsen als commercielle Linienführung anzustreben gewesen wäre, mufste als technisch unannehmbar bezeichnet werden, da durch sie jede zukünftige Erweiterungsmöglichkeit des Anhalter Bahnhofes, die allein nach dieser Seite gegeben ist, verloren gegangen wäre.

2. Eine vom Anhalter Bahnhof ausgehende Linienführung mufs bei ihren Umgehungsversuchen des Dresdener Güterbahnhofes die eisenbahnfiscalischen Dresdener Lagerplätze und ihre bestehenden Anschlufsgleise bei vorsichtigster Linienwahl stets noch so ungünstig durchschneiden, dafs diese Linienführung nahezu dem Verlust des gröfsten Theiles dieser überaus werthvollen Verpachtungsplätze gleichkommt. Die Bedeutung dieses Umstandes, der in der Kostenveranschlagung der zu bewilligenden Baumittel naturgemäfs nicht zum Ausdruck kommt, erhellt aus der Höhe der jährlichen Pachterträge, die sich auf ungefähr 200000 *M* belaufen. Aus dieser Ziffer läfst sich das Mafs des Eingriffes entnehmen, den diese Linienführung für die bestehenden Frachtgüterumschlagsverhältnisse und die damit zusammenhängenden geschäftlichen Unternehmungsformen des Handels- und Verkehrsgewerbes für jenen Stadttheil bedeutet haben würde.

3. Diesen beiden Hauptgesichtspunkten schliefst sich als dritter nicht minder bedeutsamer die Beschränkung bezw. die Verlegung der bestehenden Eilgut- und Postverkehrsanlagen an, die jener Entwurf unvermeidlich machte, sowie der Umstand, dafs die rückwärtige Lage des Empfangsgebäudes eine ungünstige und versteckte geworden wäre.

Diese Nachtheile führten zur Lösung in dem Sinne des vorliegenden Entwurfs, zur **Einführung der Vorortbahn in den Potsdamer Ringbahnhof** am Potsdamer Platz. Ein nicht zu umgehender Nachtheil dieser Lösung liegt, wie der Sonderentwurf erkennen läfst, in der Beschränkung einer Erweiterungsmöglichkeit der Gleise des Potsdamer Personenbahnhofes, für die allerdings nach menschlicher Voraussicht in absehbarer Zeit ein Bedürfnifs nicht anzunehmen sein dürfte; jedenfalls mufste bei der Entscheidung die Rücksicht auf Wahrung der Erweiterungsmöglichkeit des Anhalter Bahnhofes wegen des unverhältnifsmäfsig gröfseren, zu diesem gehörigen Verkehrsgebietes (Sachsen, Bayern, Süddeutschland und seine Hinterländer Schweiz, Italien, Tirol mit den Hauptlinien nach München, Salzkammergut, Wien, Rom, Basel) als die durchschlagendere angesehen werden; auch erscheint mir für gewisse Fernverkehrslinien der Verwaltung in der Wahl verschiedenartiger Beförderungswege bis zu einem gewissen Grade für die Zukunft ein Mittel gegeben, ausgleichend in die Betriebs- und Verkehrsbelastung der beiden Bahnhöfe einzugreifen (Berlin — Basel über Güsten — Nordhausen — Cassel einerseits und über Halle — Nordhausen — Cassel anderseits).

Die Erweiterung der Bahnhofsanlagen der hochgelegenen Vorort- und Ringbahn nach Osten ist durch die sich anschliefsende Anlage der elektrischen Hochbahn von Siemens u. Halske ebenfalls begrenzt, indes kann auch hierfür bei aller menschlichen Voraussicht in der Abschätzung des Wachsthums grofsstädtischer Verkehrsentwicklung ein Bedürfnifs in absehbarer Zeit nicht angenommen werden. Aus der gleichzeitigen künftigen Mündung der Vorortlinien von Grofs-Lichterfelde und Zossen und der elektrischen Hochbahn neben dem Potsdamer Hauptbahnhof sind wohl Zukunftsbedenken hinsichtlich der Verdichtung des Verkehrs auf dem Potsdamer Platz abgeleitet, die uns indes insofern ungerechtfertigt zu sein scheinen, als die Wirkung des Verkehrszuwachses aus diesen beiden Verkehrslinien im Verhält-

nifs zu dem bereits bestehenden Personenumschlag dieses Verkehrsknotenpunktes zu hoch veranschlagt erscheint. Nach dieser Richtung hin dürfte eine Beobachtung der Abwicklung des viel umfangreicheren Verkehrs der Londoner Citystation Holborn-Viaduct und der beiden Kopfstationsanlagen Charing Cross und Cannon Street lehrreich sein, da die Verkehrsumschläge an jenen Stellen durchschnittlich einen weit höheren Grad erreichen, als das am Potsdamer Platz auch nach jenen Veränderungen der Fall sein wird, ohne dafs eine dieser Stationen über einen Vorplatz von der annähernden Gröfse des Potsdamer Platzes verfügte. Man könnte dem technisch-bekannten geflügelten Wort von der Schlauheit des Materials eine Schlauheit der Verkehrsabwicklung an die Seite stellen, in dem ein verkehrsmäfsiger zeitweiliger Ueberdruck im Reservoir der Bahnhofsvorhallen, dem hydrostatischen Gesetz folgend, einen desto schnelleren Abflufs in den Verkehrscanälen der Vorplätze, Strafsen (unter Benutzung der weiteren secundären Verkehrsmittel der Strafsenbahnen usw.) bewirkt.

Die Linienführung der Hauptgleise des Entwurfes im allgemeinen.

Lichterfelder Vorortgleisepaar. Die Achse des künftigen Vorortgleisepaares Berlin—Grofs-Lichterfelde (Abb. 1 Bl. 67 u. 68) nimmt, abgesehen von der Nothwendigkeit einer zuvorigen parallelen Verschiebung des Ringbahn-Gleisepaares nach Westen zu, ihren Ausgang von der östlichen Seite des letzteren auf dem zu erweiternden Potsdamer Ringbahnhofe in Berlin. Sie verbleibt dann auf der um zwei Gleise zu verbreiternden Viaductstrecke des Ringbahn-Gleisepaares neben diesem, um sich am Auslauf des bestehenden Viaductes unter Beibehaltung der südöstlichen Richtung von dem Ringbahngleisepaar zu trennen und zwischen den beiden alten Güterschuppengebäuden des Dresdener Güterbahnhofes und durch diesen selbst hindurch, der in seiner Gleisegestaltung infolge hiervon einer tiefgreifenden Umgestaltung zu unterwerfen ist, vor der grofsen hölzernen Wegeüberführung der Colonnenstrafse an das Dresdener Ferngleise heranzutreten, das zum einen der beiden Vorortgleise gemacht wird. Die Ersatzfrage des so der Vorortbahn einverleibten Dresdener Hauptgleises wird im weiteren bei dem Gleisegabelungsentwurf neben dem Verschubbahnhof Tempelhof behandelt werden.

Der Verlauf des Vorortgleisepaares ist so bis Kil. 4,9 übereinstimmend mit der Linienführung des zweigleisig gemachten bestehenden Dresdener Ferngleises bis zur ungefähren Mitte des Verschubbahnhofes Tempelhof; von Kil. 5,45 nach Ueberschreitung des Schöneberger Weges mittels Bauwerks Nr. 7 senkt sich sodann das Vorortgleisepaar mit einem Gefälle von 1 : 150 (Abb. 1 und 2 Bl. 69), um aus der Krümmung der Dresdener Gleiseachse mittels Curve und Gegencurve von 300 bezw. 500 m Halbmesser sich neben das Anhalter Ferngleisepaar zu legen, und neben diesem mittels viergleisigen Unterführungsbauwerkes die bestehende Dresdener Dammstrecke zu unterfahren und dann bis nach Grofs-Lichterfelde hin als zweigleisiger Vorortbegleiter der Anhalter Fernstrecke zu verlaufen.

Die Neigungsverhältnisse dieser viergleisigen Strecke von der Dresdener Ueberführung bis nach Bahnhof Grofs-Lichterfelde weisen eine gänzliche Veränderung gegen den bestehenden Höhenzustand des Anhalter Gleisepaares auf, indem aus der künftigen Viergleisigkeit die längst bestehende Forderung der Beseitigung der Wegeübergänge in Schienenhöhe unabweislich wurde. Es handelt sich um die Steglitzerstrafse vor Bahnhof Südende, um die Albrechtstrafse vor, und um die Victoriastrafse in Lankwitz, von denen erstere überführt wird, während die beiden letzteren unterführt werden. Hieraus ergab sich eine Senkung der Gleise vor Südende, eine bedeutende Hebung derselben nach Lankwitz zu, deren Haltestelle auf durchschnittlich 3 bis 4 m hohem Damm angelegt werden mufste, während auf Bahnhof Grofs-Lichterfelde die alte Höhenlage wieder erreicht wird. Das Nähere über Neigungsverhältnisse, sowie über die Unter- und Ueberführungen, denen sich auf Bahnhof Lichterfelde noch eine Untertunnelung der Gleise zugesellt, ergeben die Längenschnitte der Linien nach Abb. 2 auf Blatt 69.

Zossener Vorortgleisepaar. Vor der vorhin erwähnten Stelle bei Kil. 4,9 des Dresdener Bahndammes, von welcher aus das Lichterfelder Vorortgleisepaar sich senkt und die Dresdener Linie verläfst, um mittels einer S-Curve die Unterschreitung der letzteren zu ermöglichen, gabelt mittels je einer einfachen Weiche aus jedem Lichterfelder Vorortgleise ein Vorortgleis nach Zossen ab, deren eines (Richtung nach Zossen) das unveränderte Dresdener Ferngleis bis nach der ersten Station Mariendorf benutzt, während das andere (Richtung Zossen—Mariendorf—Berlin) von der vorhererwähnten Gabelungsstelle bei Kil. 4,9 bis nach Mariendorf neu angelegt wird. Grundrifs- und Höhenlage dieses Vorortgleises sind höchst wechselvoll und durch eine Summe von Bedingungen festgelegt; im Grundrifs legt es sich zunächst an das Lichterfelder Vorortgleisepaar so nahe als möglich heran, da diese drei Gleise, sowie ein zu verlegender Ortsverbindungsweg Schöneberg—Tempelhof gemeinsam mittels eines schiefen Ueberführungsbauwerks (Nr. 8) von dem später zu erläuternden hochliegenden Dresdener Hauptgleisepaar überschritten werden müssen (Abb. 1 Bl. 69). Hinter diesem Ueberführungsbauwerk Nr. 8 trennt sich das Vorortgleis Zossen—Berlin von dem Lichterfelder Vorortgleisepaar, da letzteres sich, wie erwähnt, neben die Anhalter Hauptgleise zu legen genöthigt war, während das erstere diese sowie ein Gütergleisepaar Tempelhof—Mariendorf mittels Ueberführung (Bauwerk Nr. 9) überschreitet; auf Bahnhof Mariendorf treten die beiden Vorortgleise Zossen auf dem Gabelungswege mittels je einer Weiche an das noch zu behandelnde Dresdener Hauptgleisepaar wieder heran. Aus den vor aufgeführten Bauwerken ergeben sich für das Vorortgleis Zossen—Berlin die Höhenverhältnisse.

Die Ueberführung der Dresdener Hauptgleise, Bauwerk Nr. 8, zwingt das in Rede stehende Vorortgleis zur Einschaltung eines verlorenen Gegengefälles zwischen der Wegeunterführung, Bauwerk Nr. 7, und der Unterführung der Anhalter Gleise, Bauwerk Nr. 9, da mittels der beiden letzteren Bauwerke das Vorortgleis überführt wird, während es im Bauwerk Nr. 8 unterführt werden mufs. Ehe wir auf die Stationsanlagen und die weitere Behandlung der Vorortbahn Berlin—Lichterfelde eingehen, wenden wir uns zum besseren Verständnifs der grofsen Bauwerkgruppen seitlich des Verschubbahnhofes Tempelhof zum Verlauf der Anhalter und Dresdener Ferngleise an der Hand des Lageplanes Bl. 67 u. 68.

Anhalter Ferngleisepaar. Das Anhalter Ferngleisepaar wird vom Anhalter Fernbahnhof bis unmittelbar hinter der Ueberführung der Ringbahn über die Anhalter und Dresdener Gleiseanlagen (Kil. 3,4) in unveränderter Gestalt beibehalten, um dort auf dem vorbeschriebenen Gabelungswege durch je eine einfache Weiche ein Dresdener Gleis abzuzweigen. Die Abzweigung erfolgt in diesem Falle derart, dafs das in der Mitte geschlossen weiter verlaufende Hauptgleisepaar, mit 1 : 136 ansteigend, für die Dresdener Richtung bestimmt ist, während die Anhalter Ferngleise zu beiden Seiten dieses Dresdener Dammes und unten verlaufen. Das Ferngleis Berlin — Halle wird mittels einer Ueberführung (Bauwerk Nr. 6) von dem Dresdener Gleisepaar übersetzt, um sich hernach neben sein zugehöriges Streckengleis Halle — Berlin zu legen und mit diesem als geschlossenes Hauptgleisepaar bei Kil. 5,7 (Ueberführung des alten Dresdener Hauptgleises) in seine anfängliche Richtung wieder überzugehen.

Dresdener Ferngleise. Nach diesen Erklärungen dient der Streckentheil des Anhalter Ferngleisepaares vom Anhalter Bahnhof bis Kil. 3,4 dem Verkehr sowohl der Anhalter wie der Dresdener Fernzüge; von der dann folgenden Gleisegabelung an wird der Betrieb viergleisig, sodafs das Dresdener Gleisepaar, welches geschlossen zusammenbleibt, sich mit 1 : 136 auf etwa 8 m hohen zweigleisigen Damm erhebt, um mittels des Bauwerks Nr. 6 das Ferngleis Berlin — Halle und bald nachher mittels des sehr schiefen Bauwerks Nr. 8 den verlegten Ortsverbindungsweg Schöneberg — Tempelhof, das Vorortgleis Zossen — Berlin und das Lichterfelder Vorortgleisepaar zu übersetzen (Blatt 69). Sodann legt sich dieses neue Dresdener Ferngleisepaar an den bestehenden Damm des zeitigen Dresdener Ferngleises (des künftigen Vorortgleises Berlin — Zossen) heran, um mit diesem gemeinsam die Anhalter Fern- und Vorortgleise mittels des um zwei Gleise verbreiterten Bauwerkes Nr. 10 zu überschreiten.

Militärbahngleise. Bei diesen Entwurfsgestaltungen bildete der Verschubbahnhof Tempelhof mit dem ihn begrenzenden zeitigen Anhalter Ferngleisepaar die eine, das neben dem Dresdener Hauptgleise liegende Gleis der Militäreisenbahn die andere Grenze für die Ausdehnungsmöglichkeit des Entwurfes. Das Gleis der Militärbahn ist bis auf die Unterführung des Ortsverbindungsweges mittels des Bauwerks Nr. 7 von der vorbeschriebenen Anlage unberührt geblieben.

Gütergleise. Der Verschubbahnhof Tempelhof erfährt durch das Freiwerden des 1,5 km langen Anhalter Ferngleisepaares, sowie eines daneben vorgesehenen neuen Gütergleises in gleicher Länge einen beträchtlichen Gleisezuwachs, das so gebildete, nordwestliche Gütergleisepaar ist weichenmäfsig am südlichen Ende des Bahnhofes Tempelhof zum Zweck der Vermittlung des Ueberganges der Güterzüge aus der Richtung Halle mit dem Hallenser Ferngleisepaar in Verbindung gesetzt, während aus diesem Güterzugaufstellungsgleisepaar für die Dresdener Richtung ein Gütergleisepaar nach Bahnhof Mariendorf abzweigt.

Drittes und viertes Gleis der Ringbahn von Eberstrafse bis Rixdorf.

Im Zusammenhange mit den vorgeschilderten Gleiseänderungen des Entwurfes mufs der begonnenen Herstellung zweier Gütergleise der Ringbahn zwischen den Stationen Eberstrafse und Rixdorf Erwähnung geschehen, durch deren Schaffung die Viergleisigkeit des gesamten äufseren Schienenringes der Berliner Ringbahn abgeschlossen wird.

Kaisergleise. Diese Anlage ermöglicht die Beseitigung des sogenannten Kaisergleises, welches, vom Stellwerk Vdp der Ringbahn (vor Station Schöneberg) bis zum Stellwerk Vd der Dresdener und der beiden Anhalter Ferngleise reichend, den Uebergang kaiserlicher Sonderzüge von der Ringbahn (und vom Potsdamer Bahnhof) bei dem vorgenannten Stellwerk Vd auf die Anhalter und das Dresdener Ferngleis bezweckt.

Im Anschlufs an die vorbehandelten Gleiseanlagen wird nun ein Verbindungsgleis von der künftigen viergleisigen Ringbahn nach Verschubbahnhof Tempelhof, indes im Gegensatz zu dem bestehenden Kaisergleise Vdp-Vd östlich der Anhalter und Dresdener Ferngleise zur Ausführung gelangen, sodafs vom Verschubbahnhof Tempelhof künftig aufser der bestehenden östlichen Verbindung nach Station Tempelhof der Ringbahn hierdurch noch eine weitere westliche Anschlufsverbindung für den Uebergang von Güterzügen in der Richtung auf Station Friedenau — Wilmersdorf des Südringes und durch Station Schöneberg nach dem Potsdamer Bahnhof geschaffen wird.

Hierdurch wird die bestehende Anschlufsverbindung Vdp-Vd, das Kaisergleis und seine Weichenkreuzungen der Anhalter und des Dresdener Ferngleises beseitigt, indem die Sonderzüge durch Vermittlung jener neuen Verbindung in die Gütergleise des Verschubbahnhofes Tempelhof und aus diesen nach der vorhergehenden Beschreibung auf die Anhalter Ferngleise und durch das vorerwähnte Gütergleisepaar Tempelhof — Mariendorf auf die Dresdener Strecke gelangen.

Der Uebergang kaiserlicher Sonderzüge auf das Gleise der Militärbahn, der bisher und z. Z. noch bei Vd geschieht, vollzieht sich in Zukunft von dem Zossener Gleisepaar aus auf der Station Marienfelde, auf der eine Verbindung zwischen den Dresdener Gleisen und dem Gleise der Militärbahn besteht.

Stationsanlagen der Lichterfelder Vorortbahn.

An Stationsanlagen sind zu nennen:

a) Der für die Aufnahme der Vorortgleise vergröfserte Potsdamer Ringbahnhof in Berlin, auf Viaduct gelegen;

b) ein für die Aufstellung und Zusammenstellung der Leerzüge, Maschinen usw. dienender Betriebsbahnhof zwischen Yorkstrafse und Colonnenstrafse, innerhalb des veränderten Dresdener Güterbahnhofes gelegen;

c) eine der Zukunft vorbehaltene, aber bei der Gesamtanlage berücksichtigte Haltestelle an der Yorkstrafse;

d) eine Uebergangsstation „Papestrafse", die, unmittelbar hinter der Ueberführung der Ringbahngleise gelegen, den Uebergang der Reisenden von der künftigen Vorortbahn nach Lichterfelde (und Zossen) auf die Ringbahn ermöglicht, anderseits dem Ortsverkehr Schöneberg und Tempelhof (am Verbindungsweg dieser beiden Ortschaften gelegen), und endlich dem zeitweise erheblichen Verkehr der ausgehobenen Mannschaften von und nach der Landwehrbezirksinspection an der Papestrafse zu dienen bestimmt ist. Diese Haltestelle dient gleichzeitig als Ersatz für die in Fortfall kommende Haltestelle Tempelhof (neben dem Verschubbahnhof);

die gänzlichen Neuanlagen:

e) der alten Haltestelle Südende,

f) der alten Haltestelle Lankwitz und

g) der gänzliche Umbau des Bahnhofes Gr. Lichterfelde-Ost.

Beschreibung der Anlage im besonderen und die bedeutenderen Bauwerke.

Die in Rede stehenden Eisenbahnanlagen kennzeichnen sich als eine enge Aneinanderreihung von Kunstbauwerken der verschiedensten Art, wie solches sich aus dem Charakter des von der Linienführung durchzogenen städtischen und vorortlichen Geländes, sowie der bestehenden eisenbahnfiscalischen und sonstigen Anlagen ergiebt.

Vergröfserung des Potsdamer Ringbahnhofes.

Die zeitige Potsdamer Ringbahnhofsanlage liegt ihrer Längenerstreckung nach zwischen Potsdamer Innenbahnhof und der im Bau begriffenen elektrischen Hochbahn (an der Mündung unterirdisch) eingeschlossen, erhöht, theils auf Dammschüttung zwischen Futtermauern, theils auf gemauerter Viaductanlage, die, durch die Ueberbrückung des Landwehrcanals und seiner beiden Uferstrafsen unterbrochen, sich jenseit des Schöneberger Ufers als zweigleisig gemauerter Viaduct auf 79 Bögen (etwa 10 m Weite) zwischen Zufuhrstrafse und Potsdamer Güterbahnhof fortsetzt, um nachher in eine Dammstrecke überzugehen (Bl. 70). Die für die künftige Einführung der Vorortbahn und ihrer Nebengleise (Maschinenwechsel, Kohlen- und Wassernahme-Vorrichtungen) benötbigte Verbreiterung der Bahnhofsanlage ist auf der östlichen Seite durch massive, gewölbte Ueberbrückung eines fiscalischen Durchfahrtweges gewonnen, auf der westlichen, unter Einschränkung der Gleisanlagen des Potsdamer Bahnhofes (Beseitigung und Wiederaufbau des dort befindlichen, grofsen Hofwagenschuppens) durch erhebliche Verbreiterung der Viaducttheile, sowie der Dammschüttung unter Errichtung einer neuen Stütz-(Beton)mauer (Abb. 1 Bl. 71 und Text-Abb. 2). Für die Ueberschreitung des Landwehrcanals und seiner beiden Uferstrafsen ist die bestehende Ueberbrückung (drei Oeffnungen) auf der Westseite um zwei Gleise verbreitert worden. An diesen neuen zweigleisigen, eisernen Ueberbau schliefst sich unter Beschränkung und Veränderung der Ladegleise des Potsdamer Güterbahnhofes eine zweigleisige Verbreiterung des vorgenannten Ringbahnviaductes an, die etwa bei Bogen 48 auf Null ausläuft, um von Bogen 33 ab auf der östlichen Seite sich fortzusetzen und, mit Null beginnend, beim letzten Bogen 79 auf zweigleisige Breite auszulaufen. Abb. 3 Bl. 73 giebt einen Blick auf den in Vorbereitung befindlichen Viaduct.

Im Zuge des derart zu verbreiternden Viaductes liegen die Ueberführungen dreier Zufahrten zum Potsdamer Güterbahnhof, die ebenfalls um zwei Gleise verbreitert werden. Die Gleiseanordnung des künftigen gemeinsamen Bahnhofes für Ring- und Vorortverkehr (Abb. 1 Bl. 70) gestaltet sich so, dafs in völliger Unabhängigkeit von einander das Ringbahngleisepaar mit dazwischen liegendem etwa 10 m breiten Bahnsteig künftig auf die westliche Seite der verbreiterten Bahnhofsebene, das Vorortgleisepaar in ganz gleicher Anordnung auf die östliche Seite verlegt wird. Das letztere Gleisepaar bedient sich dann weiter der alten Ringbahnüberbrückung, während die Ringbahngleise demnächst über die zweigleisige neue Canalbrücke verlaufen. Die Viaductverbreiterung erreicht am südlichen Bahnhofsende neben der Königin Augusta-Strafse ihr höchstes Mafs, das durch die Anlage der Nebengleise jeder Bahn bedingt ist. Jedes Ringbahngleise erfordert drei Stumpfgleise für den durch die schnelle Zugfolge bedingten Maschinenwechsel mit dazwischen liegenden Kohlenbansen, Kohlenbühnen und Wasserkrahnen, jedes Vorortgleis ein Stumpfgleis, deren Anordnung durch die Beengtheit und die Form der zur Verfügung stehenden Grundstücksfläche einerseits, durch die Forderung anderseits bedingt war, jede Maschine unabhängig von den etwa besetzten übrigen Stumpfgleisen vorziehen zu können.

Die Uebergangsnothwendigkeit jedes ankommenden und abfahrenden Zuges aus jedem der beiden Bahnhofsgleise in das Gleis seiner ordentlichen Fahrtrichtung, bedingte die Verbindung der beiden Gleise jeder Bahn durch je ein Gleisekreuz auf jeder der beiden eisernen Brücken. Die Bedienung der Weichen und Signale der Ringbahn erfolgt künftig durch ein Stellwerk Stm, das am Bahnhofsende zwischen beiden Bahnen mit keilartigem Grundrifs eingeschaltet ist, die der Vorortbahn aus einer Stellwerkbude Stb. die am Ende des Bahnsteiges gelegen ist. Der Vorortbahnsteig hat eine Länge von 194 m, der Ringbahnsteig eine der kürzeren Zugbildung entsprechenden Länge von 134 m. Jeder Bahnsteig weist eine überdeckte Halle, eine Dienst- und eine Wartebude auf, wie solche für den Berliner Vorort- und Ringbahnverkehr typisch sind. Der Vorortbahnsteig ist auf die bei den hiesigen Vorortanlagen übliche Höhe von 76 cm über Schienenoberkante gebracht, während der Ringbahnsteig nur bis 53 cm über S.-O. hochgeführt wird, dem Grenzmafs, welches der Querschnitt (Trittbrettanordnung) der Betriebsmittel der Ringbahn zur Zeit zuläfst. Für spätere Zeit ist die Erhöhung auf das Mafs des Vorortbahnsteiges ins Auge gefafst.

Umbau des Ringbahn-Empfangsgebäudes.

Das Empfangsgebäude der Ringbahn mufste einer Erweiterung unterworfen werden, die einer gänzlichen Umgestaltung nahe kommt. Das wesentliche der künftigen Grundrifsanordnung liegt darin, dafs die bestehende Auf- und Abgangstreppe der Ringbahn künftig lediglich als Aufgangstreppe für beide Bahnen benutzt wird, deren beide Einzelbahnsteige vor dem Gebäude durch einen 17 m breiten Querbahnsteig verbunden sind, während zu beiden Seiten und, den beiderseitigen vorgeschobenen Verbreiterungen entsprechend, jede Bahn ihre selbständige Abgangstreppe erhält, die unmittelbar ins Freie mündet, um eine Kreuzung des Stromes der ab- und zugehenden Reisenden zu vermeiden. Der Querbahnsteig und der anschliefsende Vorraum bilden einen 10 m hohen, von Eisenfachwerkwänden umschlossenen, überdachten Raum von 31 m Länge und 17 m Breite, an dessen Längswand die beiden überdeckenden Bahnsteighallen stumpf herangeführt sind (Abb. 1 bis 4 Bl. 71). Die überdeckten Vorhallen der beiden seitlichen Abgangstreppen sind durch Verbindungsgänge mit der alten geräumigen, zu ebener Erde liegenden Eingangshalle des Empfangsgebäudes in Verbindung gesetzt, zu deren beiden Seiten die Fahrkarten-Verkaufsschalter für beide Bahnen verbleiben bezw. durch Umänderung neu geschaffen sind. Der eine der beiden unter den massiven Thürmen des Eingangsportals symmetrisch liegenden Vorräume ist durch Ausbruch zu einem Dienstraum für den Stationsvorstand umgewandelt.

Die Aborte sind zu beiden Seiten der Aufgangstreppe belassen; der über 25 qm umfassende grofse Vorraum zu

den Aborten für Frauen mufste verschmälert werden, um neben dem östlichen Verbindungsgange Schalter und Raum für Gepäckabfertigung zu schaffen, an den sich der Raum für Gepäck- und Postaufzug anschliefst. Uebrigens mufsten die Viaducträume, denen durch die massiven beiderseitigen Verbreiterungen des Ringbahnplanums zum grofsen Theil Luft und Licht entzogen wird, durch Schaffung von Ersatzräumen schadlos gehalten werden. Dies gilt von den Aufenthalts- und Uebernachtungsräumen des Zugpersonals, von den Diensträumen der Bahnmeisterei, von Werkstatt-, Inventarien- und Materialräumen verschiedenster Art, für die die Erdgeschofsräume des hochgelegenen Ringbahnhofes in Benutzung sind. Zu der Frage der den oberen Vorraum umschliefsenden und abdeckenden Eisenconstructions-Anordnungen ist folgendes zu bemerken: Die bisherige Ueberdachung der langen geschlossenen Bahnhofshalle geschah durch Vermittlung von 18 eisernen Polonceau-Bindern, die auf der westlichen Längsseite eine 1 Stein starke Eisenfachwerkwand, auf der östlichen eine schwere 4 Stein starke massive Wand zum Auflager hatten. Die zukünftige Umschliefsung und Ueberdachung des 31 m langen und 17 m breiten Vorraumes erfolgt bei Wiederverwendung und unter Aptirung des eisernen Wandgerippes und eines Theils der Binder auf allen vier Seiten durch eine 1 Stein starke Fachwerkwand, deren Giebel auf der östlichen und westlichen Seite, d. h. parallel zu den Gleiseachsen, also um 90° gegen die alte Anordnung gedreht sind; die Längswände geben die Auflager für die sieben zur Wiederverwendung kommenden Eisenbinder her. Diese Anordnung führte auf den Giebelseiten zur Einlegung eines wagerechten Windfachwerkträgers als oberes Auflager für die 10 m langen Eisenstiele und zur Sicherung gegen Windkräfte, von der bahnseitig gelegenen Längswand her zur Einschaltung zweier steifer, portalartiger Fachwerkvollbinder an Stelle der Eisenstiele und des aufgelagerten Polonceauträgers (der Leerbinder), da diese Anordnung nicht die genügende Sicherheit bot, um die Windkräfte auf die rückwärtige Fachwerkwand zu übertragen, und, im Uebertragungsfall, jene Eisenfachwerkwand selbst als nicht widerstandsfähig genug angesehen werden durfte.



Abb. 2. Westliche Verbreiterung des Potsdamer Ringbahnhofes.

Die architektonische und schönheitliche Ausgestaltung des Gebäudeumbaues, die theilweise, und in erster Linie durch die vorhandenen und der Wiederverwendung vorbehaltenen Baulichkeiten bedingt war (innere Halle und Treppenhaus), ergiebt sich aus den Sonderplänen des Hochbauentwurfs. Eine eingehendere Behandlung der Schwierigkeiten und der Art des Umbaues des Gebäudes, wie der Bahnhofs- und Gleisanlagen verbietet der Mangel an Raum; es sei nur darauf aufmerksam gemacht, dafs das Abbrechen des Daches, der Binder, der Eisenfachwerkwand, sowie der Abbruch der 809 cbm umfassenden Mauerwerkmasse der massiven Längswand unter voller Aufrechterhaltung des Betriebes, sozusagen über dem Kopf des Publicums, erfolgen mufste, und dafs die Herstellung der Neuanlage sich unter den gleichen erschwerenden Verhältnissen zu vollziehen hat.

Ausführungserschwernisse. Die Herstellung der künftigen Bahn- und Gleisanlagen, die wegen der beiderseitigen durch die Eingeschnürtheit der Betriebsanlage begrenzten Verbreiterung eine Belassung des Ringbahnsteiges an seiner jetzigen Stelle ausschlofs, setzt vier bis fünf verschiedene Verlegungsabschnitte der Ringbahnhauptgleise und ihrer Nebengleise bis zur endgültigen Hinüberschiebung in ihre westliche Lage voraus; diese einstweiligen Anlagen sind gröfstentheils nothwendig durch die die Bauausführung überaus erschwerende und durch die Betriebsordnung gegebene Bedingung, sämtliche Weichen und Signale jederzeit stellwerkmäfsig gesichert zu sehen.

Der Abbruch des bestehenden Stellwerkthurmes Stm und die Beseitigung dieses Stellwerkes selbst, die Voraussetzung für die Fertigstellung der Brücke über die Königin Augusta-Strafse, konnte erst geschehen, nachdem die Ersatzbude Sth gebaut war und nachdem die Bedienung der Weichen und Signale von hier aus vor sich ging. Diese Bude fällt aber, wie der Gleisplan zeigt, auf das eine der beiden derzeitigen Ringbahnhauptgleise. Es genüge hier anszudrücken, dafs dieser Kreislauf von Ursachen und Wirkungen im Zusammenhange mit der räumlichen Beschränktheit und der Unmöglichkeit bei der engen Zugfolge des Ringbahnverkehrs vorübergehende Einschränkungen der Betriebsanlagen oder der Sicherungen desselben zuzulassen, den in Rede stehenden Umbau in hohem Mafse erschweren. Endlich tritt, diese Schwierigkeiten noch erhöhend, die Fülle der vorhandenen unterirdischen, jedenfalls unsichtbaren Leitungen aller Art hinzu, als da sind Canalisations- und Wasserzuführungsleitungen, Druckwasserleitungen für die bestehenden Druckwasseranlagen (Aufzug, Prellböcke), Gasleitungen, elektrische Beleuchtungs- sowie Schwachstromkabel für Block- und Morseapparate, Weichen- und Signalleitungen der Stellwerke, und zwar in überreicher Menge. Die zuvorige Ersatzschaffung für solche auch auf kurze Zeit nicht entbehrliche Leitungen, die in erschreckender Anzahl (trotz der vorhandenen Pläne) meist erst bei Gelegenheit der Ausschachtung der Fundamente in die Erscheinung zu treten pflegen, diese Leitungsfülle neben dem äufsersten Mangel an Lagerplätzen und an Zufuhrwegen für die benöthigten Baumaterialien oder die Abfuhr der Fundamentaushübe verzögern und erschweren die Ausführung aufs äufserste.

Der Betriebsbahnhof der Vorortbahn.

Wie bereits bei der Besprechung der allgemeinen Linienführung der Vorortbahn erwähnt wurde, durchschneidet das Vorortgleisepaar zwischen York- und Colonnenstrafse die Gleisanlagen des sogenannten (ehemaligen) Dresdener Güterbahnhofes; auf diesem Streckentheil ist westlich des Hauptgleisepaares und parallel zu ihm eine Anzahl von Aufstellgleisen für die Aufstellung der Leerzüge nach beendetem Betriebe und für Wagenverstärkung oder Aussetzung von Wagen geschaffen, die in Verbindung mit einem zwölfständigen Locomotivschuppen und einer Wasserstation neben der Fettgasanstalt an der Yorkstrafsen-Ueberführung den Betriebsbahnhof der Vorortbahn bilden (Bl. 67 u. 68). Durch eine entsprechende stellwerkmäfsig gesicherte Weichenstrafse am nördlichen Ende dieses Betriebsbahnhofes ist den abends vom Potsdamer Ringbahnhof Berlin zurückkehrenden Leerzügen, oder den morgens nach dort den Betrieb aufnehmenden Zügen die Uebergangsmöglichkeit aus dem zugehörigen Hauptgleise auf diese Aufstellgleise gegeben. Am südlichen Ende dieser Bahnhofsgleisanlagen kreuzt das Vorort-Hauptgleisepaar ein bestehendes Weichenstrafsengleise, welches die Güterzugsverbindung zwischen dem östlich der Anhalter Ferngleise gelegenen Anhalter Güterbahnhof und dem westlich desselben gelegenen Gleise des Dresdener Güterbahnhofes herstellt. Durch diese Weichenstrafse und entsprechende Weichenverbindungen ist den Maschinen der Vorortzüge der Weg sowohl vom Hauptgleisepaar, wie von den Aufstellgleisen des Betriebsbahnhofes nach dem Locomotivschuppen gegeben, bei dem Wasser- und Kohlenversorgung erfolgt. Die vorerwähnte Weichenstrafse stellt gleichzeitig die Verbindung mit der Militärbahn, sowie einen östlichen und einen westlichen Anschlufs an die Ringbahn dar. Diese Kreuzung der Vorortgleise durch Güterzüge und Zugtheile aus den vorgenannten drei Richtungen und von den Lagerplatzanschlüssen des Dresdener Güterbahnhofes über die Anhalter Ferngleise nach dem Anhalter Güterbahnhof führte zu einer umfangreichen Stellwerkanlage und zu weiterer Sicherung der Hauptgleise durch Schutzweichen und Schutzgleise.

Der Betriebsbahnhof bietet in seiner Gleisegestaltung, die übrigens in ihren Richtungen durch die vorhandenen Säulenstellungen der das ganze Gleisegebiet übersetzenden hölzernen Monumentenbrücke bestimmt war, wenig erwähnenswerthes in Ansehung grundsätzlicher Anordnungsweisen.

Uebergangstation Papestrafse.

Wie bereits angedeutet, wird unmittelbar hinter der bestehenden Ueberführung der Ringbahn über das Anhalter Ferngleisepaar, sowie über das künftig daneben anzulegende Vorortgleisepaar bei Kil. 3,6 des letzteren eine Station angelegt, die dem dreifachen Zweck: 1. des Ueberganges der Reisenden von der Vorort- auf die Ringbahn, 2. des Schöneberg — Tempelhofer Ortsverkehrs, sowie 3. der Bewältigung der zeitigen Verkehrs-Fluthwellen dienen soll, die durch die Abfertigung der militärischen Controlmannschaften am Landwehr-Inspectionsgebäude an der Papestrafse sich ergeben. Diesen beabsichtigten Zwecken entsprechend, ist das Stationsgelände keilartig in den etwa 45° betragenden Kreuzungswinkel von Vorort- und Ringbahn hinein vorgeschoben, unweit der bestehenden Ueberführung des Ortsverbindungsweges Schöneberg — Tempelhof, dessen Achse zu den beiden vorgenannten Bahnachsen die dritte Seite des Dreiecks bildet, innerhalb dessen das nahezu fertiggestellte Empfangsgebäude liegt. Jede der beiden Haltestellen (Abb. 1 Bl. 72), der Ring- wie der Vorortbahn, bietet zunächst das typische Bild des zwischen dem Hauptgleisepaar inselförmig eingelegten Bahnsteiges (Vorortbahnsteig 76 cm, Ringbahnsteig 53 cm über S.-O.) mit überdeckter Halle und mit Dienst- und Wartebude dar. Die Zugänglichkeit dieser beiden Bahnsteige vom Empfangsgebäude (mit Fahrkartenausgabe, Abort) aus erfolgt durch je einen, die Gleise der beiden Bahnanlagen unterquerenden Tunnel mit zugehöriger Treppenanlage. Die Achse des Ringbahntunnels läuft, vom Empfangsgebäude ausgehend, von Westen nach Osten und schliefst mit kurzem Bogen an die General Pape-Strafse an; der Tunnel selbst unterschreitet die auf hohem Damm gelegenen fünf Gleise

der Ringbahn, ein wegen der Treppenanlage auseinander gezogenes Personengleise-, ein Gütergleispaar, ein Stumpfgleise mittels gewölbter, steinerner Anordnung, sodann ein sich östlich heranlegendes Güter-Verbindungsgleise Tempelhof (der Ringbahn) — Anhalter Güterbahnhof, das sogenannte russische Gleise, dessen Höhenlage die Anwendung eines gemauerten Gewölbes nicht zuliefs, mittels eisernen Ueberbaues. Dies letztere Gleise mufste, um einen Wegeübergang in Schienenhöhe zu vermeiden, auf Dammschüttung gelegt werden. Die Sohle dieses Ringbahntunnels verläuft annähernd in Geländehöhe, während die Untertunnelung der Anhalter Gleisegruppe, deren Planum nahezu auf dem gewachsenen Boden liegt, tief in das Gelände einschneidet und neben der erwähnten Bahnsteigtreppe daher eine Ab- und Zugangstreppe fordert. Es handelt sich um Untertunnelung des Lichterfelder Vorortgleisepaares (aus dem erst später das Zossener Gleisepaar abgabelt), des Ferngleisepaares der Anhalter und Dresdener Richtung, welch letztere unmittelbar hinter dem Tunnel abzweigt, eines Schutzgleises, des Gütergleisepaares Berlin — Tempelhof, also im ganzen von sieben Gleisen, die wegen mangelnder Constructionshöhe mittels eisernen Ueberbaues zu geschehen hat. Glücklicherweise liegt der Grundwasserstand in dieser Gegend, die durchweg bis Grofs-Lichterfelde (einschliefslich) durch jeglichen Mangel an Vorfluth gekennzeichnet ist, tief, sodafs die Tunnelsohle nur gegen oberirdisch einlaufendes Niederschlagswasser, nicht gegen Grundwasser zu sichern ist (ein auspumpbarer Sumpf oder Cisternenbrunnen). Die Ausführung der beiden Tunnel erfolgt zum Theil unter senkrechter Abfangung, stets unter seitlicher Absteifung der Gleise, zum Theil durch Verschwenkung und Rückverlegung je eines Gleises, also stückweise, da umfangreichere, zeitweilige Verschwenkungen nach Lage der Betriebsverhältnisse ausgeschlossen sind.

Es darf auch hier bemerkt werden, dafs die Entwurfgestaltung der Neubauausführungen grundsätzlich nichts Neues oder sonderlich Bemerkenswerthes darbietet, dafs das Eigenthümliche dieses Neubaues eben in den örtlichen Schwierigkeiten und Hemmnissen, die sich der Bauausführung entgegenstellen, zu suchen ist, Schwierigkeiten der Materialzufuhr infolge Ueberlastung der bestehenden Betriebsgleise, deren Entlastung ja die Neuanlagen erst bewirken sollen, Eingezwängtheit durch Bauwerke usw. und infolge davon Starrheit der bestehenden Gestängelagen, die zeitweiligen Verlegungen wenig Raum geben.

Die Tunnelausführung ist etwa bis zur Hälfte der Längen vorgeschritten.

Haltestelle Südende.

Sie bietet in ihrer Grundrifsanordnung (Abb. 2 u. 3 Bl. 72) der Gleise und des Bahnsteiges nichts wesentlich Mittheilenswerthes. Hier war das Entscheidende die Ueberführung der Steglitzerstrafse über das um etwa um 1,50 m zu senkende Ferngleisepaar und die daneben in gleicher Höhenlage herzustellenden beiden Gleise der Vorortbahn, die zwischen sich die bekannte erhöhte, etwa 10 m breite und 200 m lange Bahnsteiganordnung aufnehmen.

Die Ueberführung der Steglitzerstrafse bei einer Hebung von etwa 4,50 m an der Kreuzungsstelle und einer Rampenneigung von 1 : 40 zog verschiedene Querstrafsen in die Mitleidenschaft der Anrampung, die ihrerseits grofse Kosten verursachte und verwaltungsseitigen und grunderwerblichen Schwierigkeiten begegnete wegen der durch die Böschungsanlagen zu belastenden und durch diese theils der Zugänglichkeit beraubten benachbarten Grundstücke (Südender Teich, ohne Vorfluth, der Terraingesellschaft gehörig; infolge Dammschüttung Anstauung des Spiegels; gemeinsam mit dem Kreise hergestellter, 1 km langer Entwässerungscanal in die sogenannte Becke).

An dieser angerampten Steglitzer Kreisstrafse einerseits, an dem Einschnitt der Vorortgleise anderseits, liegt das Empfangsgebäude, von dessen Vorraum eine eiserne überdachte Treppe auf den Vorortbahnsteig herabführt. Einen Blick auf die ausgeführte Bahnhofsanlage giebt Abb. 2 Bl. 73.

Haltestelle Lankwitz.

Von Haltestelle Südende ab erhebt sich die viergleisige Strecke mit einer Steigung 1 : 800 bis zur Kreuzung der zu unterführenden Albrechtstrafse auf eine ungefähre mittlere Dammhöhe von 3 m, die innerhalb der Bahnhofswagerechten beibehalten bleibt. Der Bahnhof Lankwitz liegt, in voller Gleichartigkeit zum Bahnhof Südende, an der die beiden Bebauungshälften des Ortes verbindenden Hauptstrafse, an der Victoriastrafse, die ihrerseits zu unterführen war. Diese Unterführung zwang zur vorgenannten Hebung der viergleisigen Bahn auf durchschnittlich 3 m hohen Damm, auf welchem der der Südender Anlage sonst gleichartige Bahnhofsentwurf zur Ausführung gelangt ist.

Zwischen den beiden aus einander gezogenen Vorortgleisen befindet sich der reichlich 10 m breite, erhöhte Vorortbahnsteig mit überdeckter Halle, mit Dienst-, Warte- und Abortgebäuden, durch eine Treppenanlage hakenförmigen Grundrisses mit dem zu ebener Erde, d. h. in Vorplatzhöhe der Kaulbachstrafse, einer Seitenstrafse der unterführten Victoriastrafse, befindlichen Stationsgebäude verbunden. Die Umfassungsmauern des 200 m langen Bahnsteiges, sowie die Fundamente der drei Hochbauten sind in aufgelöster Widerlagerform, die Böcke der Bahnsteigsäulen durch Betonklötze bis auf den gewachsenen Boden herabgeführt worden.

Da Weichen weder auf dieser noch auf der vorhergehenden Haltestelle vorhanden sind, so dient die Dienstbude neben der Aufnahme der Fernsprech- und Morseapparate für den diensthuenden Stationsbeamten zur Aufnahme des Stellwerks (und seiner Blocke) für die Abschlufssignale der Haltestelle. Abb. 1 Bl. 73 giebt ein Bild des Empfangsgebäudes.

Umbau des Bahnhofes Grofs-Lichterfelde (Ost).

Unmittelbar hinter Haltestelle Lankwitz senkt sich die viergleisige Strecke mit 1 : 230 auf das alte Planum des Bahnhofes Lichterfelde herab. Die Umwandlung der bestehenden Gleise- und sonstigen Bahnhofsanlagen des Bahnhofes Gr.-Lichterfelde kennzeichnet sich durch folgende, aus der Schaffung einer selbständigen, in Lichterfelde mündenden Vorortbahn und der dadurch bedingten schnelleren Zugfolge sich ergebenden Anforderungen:

a) Das Ferngleisepaar war unter Schaffung eines dem Gesamtbedürfnifs genügenden 270 m langen und 10 m breiten Fernbahnsteiges selbständig durchzuführen.

b) Das künftige Vorortgleisepaar war als selbständiges Gleisepaar mit seinen Nebengleiseanlagen zum Umsetzen der Maschinen, zum Aufstellen von Aushülfsmaschinen und Personenwagen auszubilden, desgleichen ein erhöhter, dem wachsenden Verkehrsbedürfnifs genügender Vorortbahnsteig von 10 m Breite und 200 m Länge zu schaffen.

c) Die beiden genannten Bahnsteige waren mit dem Empfangsgebäude und den Ortsausgängen derart in Verbindung zu setzen, dafs beim Zu- und Abgang der Reisenden jede Gleisüberschreitung, wie sie bis zur Zeit bestand, vermieden werde. Dieses Ziel ist

d) erreicht durch Anlage eines die beiden Ortshälften Lichterfeldes verbindenden Personentunnels unter den beiden Vorort-, zwei Fern- und drei Gütergleisen, die als eine weitere Forderung zur Beseitigung der Verkehrsbelästigung und zur Herabminderung der Gefahren aus dem so entlasteten Uebergang der Wilhelmstrafse in Schienenhöhe seit langem auf der Tagesordnung stand. Die beiden Bahnsteige sind mit diesem 6 m breiten Personen-Tunnel, der eine kürzere und schienenfreie Verbindung der nördlich und südlich der Bahn gelegenen Ortstheile für den Personenverkehr ermöglicht, durch Treppen verbunden, die unter ausgedehnter Anwendung von Fahrkartenautomaten, der Monatskartenausgabe und ähnlicher Verkehrseinrichtungen die Vorortreisenden der südlichen Ortshälfte von der Fahrkartenausgabe des auf der nördlichen Seite liegenden Empfangsgebäudes unabhängig machen.

e) Die vorgenannte veränderte Betriebsweise des Bahnhofes bedingte einen Umbau des Empfangsgebäudes in Ansehung der Grundrifsanordnung seiner Diensträume. (Die Geschäftsräume der diensthuenden Stationsbeamten befinden sich in den neuen Dienstbuden der beiden Bahnsteige.)

f) Den südlich der Hauptgleise belegenen Güterzugs- und Freiladegleisen, die durch die vorgeschilderte Verbreiterung der Personengleisanlagen eine Einschränkung erleiden mufsten, war durch Schaffung eines neuen Gütergleises Ersatz zu leisten.

g) Die kaiserlichen Sonderzüge nehmen ihren Weg, wie eingangs auseinandergesetzt, von der Ringbahn über Verschubbahnhof Tempelhof durch Vermittlung der Gütergleise dieses Bahnhofes über die Anhalter Ferngleise; eine anfänglich vorgesehene Lösung, nach der der Uebergang bei Vd auf die Vorortgleise geplant war, hätte auf Bahnhof Lichterfelde die weichenmäfsige Uebergangsmöglichkeit von den Vorortgleisen auf die Ferngleise vorsehen müssen, die nunmehr erübrigt.

An beiden Bahnhofsenden sind Weichenverbindungen nothwendig, um den Uebergang der Güterzüge aus dem Ferngleisepaar auf die Gütergleise des Bahnhofes zu ermöglichen. Eine zweite Weichenstrafse im östlichen Bahnhofstheile ermöglicht den Uebergang von Güterzugstheilen und Arbeitswagen aus dem Ferngleisepaar auf die Vorortgleise und auf das nördlich der letzteren belegene Güterverbindungsgleise zur Teltower Dampfstrafsenbahn (Hermann Bachstein). Diese Weichen- und die aus der Fahrordnung sich ergebenden Signale sind durch die beiden Haupt-Abschlufsstellwerke Obd und Wbd an beiden Bahnhofsenden gesichert und bedient. Zwischen den beiden Vorortgleisen sind zwei sich kreuzende Verbindungsstrafsen geschaffen, an die das eingangs erwähnte 120 m lange Aufstellgleise sich inmitten der beiden Hauptgleise anschliefst. Weichen und Signale dieser Anlage sind durch das Stellwerk Lic am Vorortbahnsteig-Ende bedient. Die Zweckbestimmung dieser Weichenanlage ist aus dem Gleiseplan Abb. 4 Bl. 72 unschwer zu erkennen. Die Vorortzüge sind durch Vermittlung des Weichenkreuzes in der Lage, aus jedem der beiden Vorort-Hauptgleise innerhalb der Abschlufssignale des Bahnhofes auf ihr richtiges Fahrgleise überzugehen und umgekehrt; gleicherart erfolgt das Umsetzen der Maschine des eingelaufenen Zuges durch Vermittlung des bis an die Wilhelmstrafse heranreichenden (Ueberschreitung mufste vermieden werden) Stumpfgleises und der Umsetzweiche, sowie anderseits durch je einen Strang des in Rede stehenden Weichenkreuzes. Wie die Weichenanordnungen erkennen lassen, ist das Zurücksetzen, sowie das Vorziehen von Zügen, Zugtheilen oder Maschinen aus dem Aufstellgleise in jedes der beiden Hauptgleise ermöglicht. Die Bahnhofsanlagen Lichterfelde sind ebenfalls fertiggestellt.

Bahnhof Mariendorf.

Die an der Chaussee von Lankwitz nach Tempelhof belegene Haltestelle Mariendorf bietet zur Zeit hinsichtlich ihrer Gleiseanlagen, von dem verbindungslosen und unabhängigen Gleise der Militärbahn (von Schöneberg nach Zossen) abgesehen, das höchst einfache Bild einer eingleisigen Strecke, die vor dem nördlichen nach Berlin zu gelegenen Bahnhofsende durch Vermittlung einer einfachen Weiche in eine zweigleisige Strecke überführt ist (bis Zossen); mittels einer Weichenstrafse zweigt für den Uebergang der Güterzüge aus der Dresdener Richtung ein Güteranschlufsgleise nach Tempelhof ab. In Zukunft wird das eingangs beschriebene Dresdener Ferngleisepaar als von Berlin kommendes Hauptgleisepaar des Bahnhofes zu betrachten sein, aus dem mittels je einer Weiche vor dem nördlichen Eintritt in die Personenstation je ein Vorortgleise, das Hauptgleisepaar in der Mitte lassend, abgabelt. Durch die Lage des Gesamtentwurfs gegeben, zweigt zwischen dem Ferngleisepaar und dem Vorortgleise von ersterem (unter Benutzung der Gabelungsweiche) das Gütergleisepaar nach Berlin (vorläufig eingleisig) ab. (Abb. 1 Bl. 69).

Verschubbahnhof Tempelhof.

Noch erübrigt bei der hiermit zum Abschlufs gebrachten Schilderung der künftigen Gesamtgleiseanlagen ein Wort über die künftige Gestaltung des Verschubbahnhofes Tempelhof, der, wie eingangs auseinandergesetzt, durch das Verfügbarwerden des ihn westlich begrenzenden Anhalter Ferngleisepaares und durch das Hinzutreten eines sich anschliefsenden weiteren Gleises einen Zuwachs von drei Gütergleisen erhält.

Das Hinzutreten dieser letzteren Gleise für ankommende zu zerlegende und für zusammengestellte abgehende Güterzüge nach den Richtungen Halle und Dresden einerseits, nach Tempelhof der Ringbahn (Durchgangsverkehr) und nach Anhalter (und Dresdener) Güterbahnhof zu Berlin anderseits, bedingte auf beiden Seiten des Bahnhofes tiefgreifende Veränderungen der bestehenden Weichenstrafsen, die sich ledig-

lich aus der Fahrordnung und aus der Betriebsweise des Verschubbahnhofes selbst ihrer Zweckbestimmung nach erklären lassen. Ein Eingehen auf diese Gleisveränderungen des Bahnhofes Tempelhof würde trotz seines örtlichen Zusammenhanges weit über den Rahmen der Beschreibung der Vorortbahn Berlin — Lichterfelde hinausgehen. Es sei darum lediglich erwähnt, dafs infolge der vorgeschilderten Anlagen, insonderheit infolge der Linienführung des Vorortgleises Mariendorf — Berlin eine Verschiebung des südlichen Ablaufgleises bedingt ist, die die Verschubverhältnisse des Bahnhofes in

Kurze Beschreibung der wichtigsten Ueber- und Unterführungsbauwerke.

Brücken über den Landwehrcanal und seine beiden Uferstrafsen. Die Achse der Vorortgleise überschneidet den Landwehrcanal und seine beiden Uferstrafsen unter einem Winkel von etwa 54°. Die Ueberbrückung erfolgt durch Vermittlung zweier gemauerten, auf Beton zwischen Spundwänden gegründeten Canalpfeiler und je zweier Landpfeiler mit drei eisernen, doppelgleisigen Ueberbauten (Parallel-Fachwerkträger) von ungefähr 37, 31 und



Abb. 3. Schiefe Ueberführung der Dresdener Hauptgleise.

ungünstigem Sinne beeinflufst. Als zeitiger Mangel der bestehenden Gesamtanlage ist neben der Unzulänglichkeit der Verschub- und Aufstellgleise der Umstand zu betrachten, dafs das in Rede stehende Ablaufgleis infolge seiner Einschnürung durch das Ueberführungsbauwerk des Weges von Schöneberg nach Mariendorf mit seiner östlich vorgelagerten Zweigrampe nach Tempelhof an grofser Unübersichtlichkeit leidet; diese Unübersichtlichkeit würde durch die in Rede stehende weitere Verdrückung des Ablaufgleises sich vergröfsern.

Der Bahnhof Tempelhof scheide mit der Angabe aus unserer weiteren Betrachtung aus, dafs die Verbesserung desselben, besonders der Ausziehgleiseverhältnisse (Begradigung, Verlängerung, Schaffung neuer Auszieh- und Verschubgleise) unter Verlängerung der Wegeüberführung und Verlegung der störenden östlichen Zweigrampen, Gegenstand eines in Arbeit befindlichen gröfseren Verbesserungsentwurfes ist.

29 m Stützweite, im Gesamtgewicht von 526 t Eisen. — Unter Uebergehung der drei zweigleisigen Ueberführungen der eingangs genannten Zufuhrstrafsen im Zuge des Ringbahnviaductes wenden wir uns zu einer kurzen Schilderung der Gabelungs- und Ueber- und Unterschreitungs-Bauwerke Nr. 0 bis 10 zwischen Verschubbahnhof Tempelhof und dem alten Dresdener Ferngleise.

Bauwerk Nr. 6. Ueberführung der beiden Dresdener Ferngleise über das künftige Ferngleis Berlin — Halle; sie erfolgt unter einem Kreuzungswinkel der Gleisachse von 35° mittels zweier Blechträger-Ueberbauten von je 16 m Stützweite mit einem Eisengewicht von 64 t.

Bauwerk Nr. 7. Rechtwinklige Unterführung des Ortsverbindungsweges Schöneberg — Mariendorf unter das bestehende Gleisepaar der Militär- und der Dresdener Bahn (künftiges Vorortgleise Berlin — Zossen), sowie des zukünftigen Lichterfelder Vorortgleisepaares und des Gleises Zossen —

Berlin mittels eiserner Blechträger von 11 m Stützweite. Dieses Bauwerk ist fertiggestellt. Die beiden bestehenden Betriebsgleise der Militär- und Dresdener Bahn wurden durch eiserne Unterzüge abgefangen, um unter ihrem Schutz je eines der beiden 9 m hohen Widerlager durchschlitzen zu können. Nach Fertigstellung der letzteren erfolgte, da eine Betriebsunterbrechung oder eine Betriebsverlegung für beide Bahnen ausgeschlossen war, die Einbringung je eines Ueberbaues in vierstündiger nächtlicher Betriebspause unter Heranziehung und thatkräftiger Mitwirkung von Mannschaften der Militärbahn, welche die Direction derselben in bereitwilligster Weise zur Verfügung gestellt hatte, da es sich um eine zeitliche Kraftleistung handelte, die der Zuverlässigkeitsgrad eines Unternehmers und seines Arbeiterstammes in der engen Betriebspause nicht mit Sicherheit zu gewährleisten schien. Eisengewicht 69 t.

Bauwerk Nr. 8. Schiefe Ueberführung (Text-Abb. 3) der beiden DresdenerFerngleise über den Verbindungsweg von Schöneberg nach Tempelhof, über das Vorortgleise Zossen — Berlin und das Lichterfelder Vorortgleisepaar mittels dreier zweigleisigen schiefen, eisernen Ueberbauten auf zwei Mittelpfeilern und zwei Landwiderlagern (s. Abb. 3 Bl. 69). Die Ueberbrückung des Weges erfolgt mittels zweier Trapezträger von 24 und 37 m Stützweite bei einem Kreuzungswinkel von 18 bezw. 25°, die Mittelöffnung wird durch Blechträger von 19,50 m Stützweite bei ungefährem Kreuzungswinkel von 25°, die dritte Oeffnung wieder durch Trapez-Fachwerkträger von 29,60 m Stützweite bei 25° Kreuzung überbrückt. Das Eisengewicht der drei Ueberbauten beträgt 306 t. Die umstehende Text-Abb. 3 zeigt im Vordergrunde die Aufsicht auf Bauwerk 7, im Hintergrunde die gemauerten Widerlager des schiefen Bauwerkes 8 und die im Gange befindlichen Erdschüttungsarbeiten des Dresdener Dammes, in dessen Zuge das letztgenannte Bauwerk liegt (s. Abb. 1 Bl. 69).

Bauwerk Nr. 9. Die schiefe Ueberführung des Vorortgleises Zossen — Berlin über das Anhalter Ferngleisepaar und über das Dresdener Gütergleisepaar erfolgt unter Einschaltung eines gemauerten Mittelpfeilers in zwei Oeffnungen, deren kleinere mittels Blechträger von 16,50 m Stützweite bei 28° Kreuzungswinkel übersetzt wird, während die gröfsere Oeffnung durch Trapezträger von 23,20 m Stützweite unter ebenfalls 28° überbrückt wird. Eisengewicht 75 t.

Bauwerk Nr. 10. Schiefe Ueberführung des Dresdener Ferngleisepaares über das Lichterfelder Vorortgleisepaar und über das Anhalter Ferngleisepaar in zwei Oeffnungen unter Verlängerung der bestehenden zweigleisigen Ueberführung. Ueberbrückung durch Blechträger von 19 und 20 m Stützweite und unter 32°. Gewicht 101 t.

Die Wege-Ueberführung der Steglitzerstrafse in Südende über die Anhalter und Lichterfelder Gleisepaare geschieht unter Einschaltung eines Pfeilers in zwei ungleichen Oeffnungen. Die je 11 Hauptträger dieser beiden ungleichen Oeffnungen von 14 und 6 m Stützweite sind Blechträger unter rd. 70° Kreuzungswinkel. Die Fahrbahn ruht auf Buckelplatten unter Einschaltung eines Netzes von Querträgern. Breite der Fahrbahn 9 m, der beiden Bürgersteige je 3 m. Gewicht 90 t.

Die Ueberführungen der viergleisigen Anhalter Strecke über die Albrechtstrafse und die Victoriastrafse in Lankwitz erfolgen unter ganz gleichartigen Verhältnissen durch je zwei zweigleisige Ueberbauten unter 64 bezw. 75° Kreuzung mittels je dreier Blechträger von 16 bezw. 17 m Stützweite, die durch je zwei Säulen in zwei kleine Seitenöffnungen von je 3 und in eine Mittelöffnung von 10 bezw. 11 m getheilt sind. Der Zusammenhang ist über den Säulenstützen unterbrochen. Fahrbahn: Buckelplatten auf Quer- und Nebenlängsträgern. Gewicht 110 bezw. 118 t.

Tunnel an der Papestrafse und Tunnel unter den Gleisen des Bahnhofs Lichterfelde. Die Unterquerung der Anhalter usw. Gleise mittels der Tunnelanlage Papestrafse (3,50 m Lichtweite) erfolgt rechtwinklig durch eiserne Blechträger von 4 m Stützweite. Fahrbahn: Buckelplatten auf einem Netz von Quer- und Längsträgern. Es erfolgt die Ueberführung von sieben Gleisen bei einem Eisengewicht von 20 t. Die Untertunnelung der fünf Gleise der Ringbahn geschieht mittels steinernen gewölbten Tunnels, während unter dem russischen Gleise wegen beschränkter Constructionshöhe wieder eiserner Ueberbau verwandt ist.

Der Lichterfelder Tunnel (9 m Lichtweite) überführt sieben Gleise mittels Blechträger von 6,60 m Stützweite unter einem Winkel von 70 bis 90°. Fahrbahnanordnung wie beim Tunnel unter der Vorortbahn. Gesamtgewicht 86 t.

Der Betrieb der Vorortbahnen.

Man kann, abgesehen von dem Umstande, dafs die zeitigen Fahrpläne der Vorortzüge nach Lichterfelde wie nach Zossen durch die Benutzung der überlasteten Ferngleise an den Fahrplan der Fernstrecke gebunden sind, sagen, dafs nach der Richtung Lichterfelde (rund 10 km) 30 Minutenbetrieb, nach der Richtung Zossen 60 Minutenbetrieb bestehe; ersterer wird durch zwei Wagenzüge zu durchschnittlich 10 Wagen, letzterer, der von zwei Arbeitszügen zu je 12 Wagen morgens und abends durchsetzt ist, wegen der gröfseren Betriebslänge der Strecke (35 km) von drei Wagenzügen zu je fünf Wagen bewältigt. Für die Zukunft darf als Beharrungszustand der ersten Jahre die Annahme gemacht werden, dafs dem Lichterfelder Vorortverkehr der 15 Minutenbetrieb mit vier Wagenzügen, dem Zossener Vorortverkehr auch ferner der 60 Minutenbetrieb mit drei Wagenzügen gerecht werde. Für diese Leerzüge bieten die Aufstellgleise des Betriebsbahnhofes mit einer nutzbaren Aufstelllänge von 1500 m (ohne das Maschinengleis), sowie der eingangs erwähnte zwölfständige Locomotivschuppen volle Aufstellmöglichkeit.

Der Betrieb würde mit dem Leerlauf der fertiggestellten Züge nach dem Potsdamer Ringbahnhof beginnen, von wo aus der fahrplanmäfsige Lauf der Züge nach beiden Vorortrichtungen seinen Ausgang nimmt, um abends mit dem Rücklauf der Leerzüge nach Beendigung der letzten fahrplanmäfsigen Fahrt am Betriebsbahnhof zu enden. In wie weit aufserdem Ablösungen, die Einstellung von Wechselmaschinen, etwa in der Mittagszeit, die weitere Benutzung des Betriebsbahnhofes bedingen, hängt von der künftigen Fahrplangestaltung ab. Die Kohlen- und Wassernahme der Lichterfelder Züge erfolgt auf dem Potsdamer Ringbahnhofe in Berlin, für die Zossener Züge in Zossen.

Die Weichen-, Signal- und Blocksicherungsanlagen auf der Vorortbahn Berlin—Lichterfelde.

Weichen- und Signalsicherung. Den Bestimmungen der Betriebsordnung gemäfs sind sämtliche Weichen, die von fahrplanmäfsigen Zügen und Maschinen befahren werden oder als sogenannte Gefahrweichen für solche Fahrten in Betracht kommen, an Centralstellwerke angeschlossen und zu den zugehörigen Fahrtsignalen in derartige mechanische Abhängigkeit gebracht, dafs die Fahrtstellung der Abschlufs- oder Ausfahrtsignale der Bahnhöfe die zuvorige richtige Stellung der für die Fahrt in Betracht kommenden Weichen bedingend voraussetzt; dieselben werden verschlossen gehalten durch Spitzenverschlüsse, die mit den Weichenumstellvorrichtungen verbunden sind, um ein sicheres Anschliefsen der Weichenzunge an die Mutterschiene zu gewährleisten.

Blocksicherung. Anderseits ist die ganze Strecke zur Erzielung einer schnelleren Zugfolge in Zugfolgeabschnitte (Blockstrecken) eingetheilt (Text-Abb. 4), die theils durch die auf der Strecke vorhandenen Weichenanlagen bedingt werden (Yorkstrafse, Ahm, Abzweigung), theils sich aber auch zwischen diesen Stellen auf das Vorhandensein von Stationen stützen (Papestrafse, Südende). Diese Blockabschnitte sind für jede Fahrtrichtung durch Signale gedeckt (in den Text-Abb. 4 u. 5 mit vollen Signalflügeln dargestellt). Die beiden letztgenannten Stationen besitzen außer diesen hier zu Ausfahrtsignalen ausgebildeten Blocksignalen, um bei eingetretenem Einfahrtshindernifs einen Zug von der Einfahrt abhalten zu können, besondere Einfahrtsignale (leere Signalflügel in Text-Abb. 4); letzteres gilt auch für Haltepunkt Lankwitz.

Abb. 5.

Aufser der auf den beiden Endbahnhöfen Potsdamer Bahnhof und Gr.-Lichterfelde vorhandenen Stationsblockung, durch welche die Ein- und Ausfahrtsignale dieser Bahnhöfe unter Verschlufs der Station gehalten werden, sind zur Sicherung der Zugfolge die Blocksignale mit einer durchgehenden elektrischen Streckenblockanlage derart in Verbindung gebracht, dafs die für die Einfahrt eines Zuges in eine Blockstrecke erforderliche Fahrtstellungsmöglichkeit des Blocksignals das Freisein der vorliegenden Strecke zur Voraussetzung hat; der etwa vorausgefahrene Zug mufs die Blockstrecke verlassen und den an ihrem Ende befindlichen Blockwärterposten durchfahren haben (Contact), um dem Wärter die Einlegung seiner Signale und die Umstellung der Weichen und damit die Freigabe der rückwärtigen Blockstrecke (Entblockung) zu ermöglichen. Zu dem vorgenannten Zwecke sind die Blocksignale mit elektrischen Blockwerken in den Stellwerkgebäuden in abhängige Verbindung gebracht worden. Es ist hier die Streckenblockung in der sogenannten vierfeldrigen Form zur Anwendung gelangt, die einen Zwang zur thatsächlichen Blockbedienung hinter jedem einzelnen Zuge auszuüben ermöglicht. Jede Blockstrecke besitzt hiernach für jede Fahrtrichtung ein Blockanfangsfeld a, welches in der geblockten (rothes Feld) Stellung das betreffende Blocksignal in der Haltstellung verschlossen hält, und ein mit diesem Anfangsfeld durch Gemeinschaftstaste gekuppeltes Blockendfeld e, welches durch den Tastendruck gleichzeitig weifs wird und damit anzeigt, dafs die rückwärtige Strecke wieder frei ist; wie die Uebersichtszeichnung Text-Abb. 5 andeutet, sind das Endfeld einer Station und das Anfangsfeld der rückwärtigen Station derart gekuppelt, dafs beide stets gleiche Farbe aufweisen müssen.

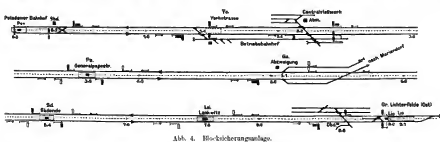


Abb. 4. Blocksicherungsanlage.

Die Blockbedienung für einen auf dem Potsdamer Bahnhof beginnenden Zug würde in folgender Weise vorzunehmen sein. Der Stationsbeamte auf dem Bahnsteig des Potsdamer Bahnhofes giebt mit einem der Blockfelder des Stationsblockwerks Pov ein Ausfahrtsignal frei, welches in der Haltstellung durch ein mit dem Blockfeld des Stationsblocks mitarbeitendes Blockfeld für gewöhnlich verschlossen gehalten wird (rothes Blockfeld wird weifs), am Stationsblock werden die Blockfelder für die feindlichen Fahrten festgelegt. Der Blockwärter in Sbd bringt die für die Ausfahrt erforderlichen Weichen in die richtige Stellung, verschliefst sie in dieser Stellung durch den zugehörigen Fahrstrafsenhebel und giebt das Fahrsignal an dem Ausfahrtsignalmast. Hierdurch wird der Fahrstrafsenhebel in der gezogenen Stellung festgelegt. Die Weichen bleiben also für die Ausfahrt so lange gesichert, bis das Haltsignal an dem Ausfahrtsignalmast wiederhergestellt und der Fahrstrafsenhebel in die Grundstellung zurückgebracht worden ist. Nachdem der ausfahrende Zug die Weichen durchfahren hat, Signal- und Fahrstrafsenhebel in die Grundstellung gebracht worden sind, meldet der

Wärter den Zug dem nächsten Blockwärter vor, indem er sein Streckenanfangsfeld *a* und dessen Endfeld *e* roth verwandelt und so die Strecke vorblockt unter gleichzeitiger Zurückgabe der Fahrerlaubnifs an die rückwärtige Station (sein Blockfeld und das der rückliegenden Station wird weifs). Nachdem der Zug die erste vor ihm liegende Blockstation durchfahren hat, macht der Wärter derselben das Endfeld seiner und damit das Anfangsfeld der rückgelegenen Blockstation wieder weifs (Text-Abb. 5). Die Eintheilung der Gesamtstrecke in Blockstrecken und deren Weichen und Signale sind in der Text-Abb. 4 in Uebersicht dargestellt.

Bauausführung und Bauabschnitte.

Von den vorgenannten Bauten ist zur Zeit der viergleisige Streckentheil von der alten Dresdener Ueberführung Kil. 5,0 bis nach Gr.-Lichterfelde, einschliefslich der Bahnhöfe Südende, Lankwitz, Gr.-Lichterfelde, fertiggestellt. Der Fernzugbetrieb läuft zur Zeit noch über das Vorortgleisepaar, er wird indes in einigen Wochen, nach Fertigstellung eines einstweiligen Weichen- und Signalstellwerks vor Südende und des endgültigen Stellwerkes Obd auf Bahnhof Lichterfelde für die Abzweigung der Viergleisigkeit aus der zweigleisigen Hauptstrecke, seinen Weg über die Ferngleise nehmen, sodafs dieser Zustand sich darstellen wird als die fertiggestellte und in Betrieb genommene Vorortbahn für jenen Streckentheil.[1]) Die steinernen Unterbauten der voraufgeführten Ueber- und Unterführungsbauwerke sind fertiggestellt, die Montage der Ueberbauten zweier Oeffnungen der Landwehrcanalüberbrückung ist fertig, die der dritten hat begonnen, Bauwerk 6 und 7 sind fertig, die ungefähr 400 000 cbm Bodenbewegung umfassenden Erdarbeiten (Lehm und Sand) seitlich des Verschubbahnhofes Tempelhof sind in vollem Gange. Das Empfangsgebäude Papestrafse ist nahezu, die beiden Tunnel bis zur Hälfte fertiggestellt. Die östliche massive Verbreiterung des Ringbahnhofes bis zum Canal ist beendet, die westlichen Verbreiterungsarbeiten haben begonnen, desgleichen der Umbau des Empfangsgebäudes. Die beiderseitige Verbreiterung des Ringbahnviaductes ist etwa zur Hälfte beendet. Die Fertigstellung der Gesamtanlage und die Betriebseröffnung der Vorortbahn ist zum 1. October 1901 in Aussicht genommen.

Kosten.

Abgesehen von den Grunderwerbskosten von rund einer Million Mark, die zum gröfsten Theil der Erweiterungsfähigkeit des Verschubbahnhofes Tempelhof zu gute kommen, betragen die Gesamtkosten für die vorgeschilderte Anlage gegen 5,5 Millionen Mark. Hiervon entfallen etwa 600 000 ℳ auf Erdarbeiten, 1,6 Millionen auf Kunstbauwerke, 1 Million auf Oberbau, 1,5 Millionen auf Bahnhofsanlagen.

1) Der viergleisige Betrieb ist inzwischen durchgeführt.

Von der canalisirten Fulda.

Vom Baurath Julius Greve in Cassel.

(Schlufs.)

3. Schleusen und Schleusencanäle.

Bei der Canalisirung des Mains und der oberen Oder sind die Schleusen seitwärts vom Strom in besonderen Canälen erbaut. An der Fulda dagegen wurden die sechs oberen Schleusen unter Fortlassung der Canäle in das Flufsbett gelegt. Die Ausgaben für Ober- und Untercanäle sind dadurch erspart. Beim Betriebe hat sich gezeigt, dafs diese Anlage ohne Bedenken ist, sofern die Stromgeschwindigkeit oberhalb der Schleuse ein gewisses Mafs nicht überschreitet. Die Wassermenge beim jetzt geltenden höchsten schiffbaren Wasserstande beträgt 150 cbm. Die Wasserquerschnitte neben den Schleusen unter Normalstau und die Stromgeschwindigkeiten bei H. S. W. ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

	Wasserquerschnitt	Geschwindigkeit bei H. S. W.
Wolfsanger	165 qm	0,91 m
Spickershausen	179 „	0,85 „
Kragenhof	136 „	1,10 „
Speele	110 „	1,36 „
Wilhelmshausen	159 „	0,94 „
Bonafort	166 „	0,90 „

Bei kleinem Wasser und bei Mittelwasser fahren die Kähne von oben, indem der Schlepper beiseite fährt, im Gang in die Schleuse. Bei höherem Wasser werden sie zum Halten gebracht und dann vom Ufer aus mit Seilen, die um die Haltepfähle geschlungen werden, in die Schleuse geführt. Bei allen Schleusen mit Ausnahme von Speele und Kragenhof haben sich bei diesem Verfahren keine besonderen Schwierigkeiten gezeigt. Je geringer die Geschwindigkeit des Wassers, um so leichter ist die Einfahrt. Als obere noch zulässige Grenze ist bei Verzicht auf Einfahrt im Gang v = 0,90 m anzunehmen. Bei Speele haben sich bei v = 1,36 m sehr grofse Schwierigkeiten ergeben. 500 m oberhalb der Schleuse theilt sich die Fulda in einen Mühlen- und einen Schiffahrtsarm. Die Querschnitte des letzteren sind so gering, dafs sich 300 m oberhalb der Schleuse bei H. S. W. sogar eine Geschwindigkeit von über 2,50 m entwickelt. Zur Erleichterung der Schiffahrt soll durch Hebung des Staues bis zu 0,50 m bei H. S. W. die Hälfte des zuströmenden Wassers durch den Mühlenarm über ein unterhalb des Nadelwehres liegendes festes Wehr abgeleitet werden. Durch diese Ableitung des Wassers und durch die Vergröfserung der Wasserquerschnitte durch den Ueberstau wird die Stromgeschwindigkeit im Schiffahrtsarm so weit herab gemindert, dafs sie geringer wird als an den anderen Schleusen. Es steht zu erwarten, dafs damit die aufsergewöhnlichen Schwierigkeiten beseitigt werden und ein Leitwerk, das ursprünglich geplant war, entbehrlich wird.

Im allgemeinen werden Schleusencanäle besonders an Flüssen mit grofsem Gefälle für zweckmäfsig gehalten, weil damit starke Krümmungen abgeschnitten und die Gefälle in den Schleusen wesentlich vermehrt werden können. Die

Fulda ist ein Beweis, dafs es auch ohne diese Anlagen geht. Insbesondere scheint die Sorge, dafs stärkere Krümmungen der Schleppschiffahrt erhebliche Schwierigkeiten bereiten könnten, nicht begründet. Durch die Krümmungen der Fulda fahren Schleppzüge von mehr als 200 m Länge, bestehend aus dem Dampfer und zwei beladenen Kähnen. Es ist oben nachgewiesen, dafs sich selbst scharfe Krümmungen so ausbauen lassen, dafs sie der Schiffahrt nicht hinderlich werden. Wenn man einen Schleusencanal baut, so legt man die Schleuse gewöhnlich an das untere Ende. Auf einer längeren canalisirten Flufsstrecke kann durch Anlage von Untercanälen in nicht zu grofsen Entfernungen der Verkehr wesentlich gefördert werden, weil diese sich leicht zu sicheren Liegeplätzen für die Schiffahrt bei Frost und Hochwasser ausbilden lassen. In Münden befindet sich unter der Fuldaschleuse ein Untercanal, in geringer Entfernung davon ein Schutzhafen an der Weser. Die Schiffe suchen fast stets in dem Untercanal Schutz und vermeiden den Hafen, trotzdem der Canal nicht gegen aufsergewöhnliches Hochwasser gesichert ist.

In lebhaften Verkehrsstrecken wird man auch den Winter möglichst für die Fahrt ausnutzen. Da wird dann häufig der Fall eintreten, dafs in einem solchen Canal sich eine gröfsere Zahl von Schiffen ansammelt. Das Wetter ist unsicher, man scheut die Kosten, die Nadelwehre der ganzen Strecke aufzurichten, weil man sie vielleicht am nächsten Tage wieder niederlegen mufs. Dagegen wird man sich leichter entschliefsen, zwei oder drei Haltungen anzustauen. Die angesammelten Schiffe können dann bis zum nächsten Untercanal vorwärts gebracht werden. Gestaltet sich das Wetter günstiger, so läfst man auch die übrigen Haltungen anstauen, die Fahrt kann dann ohne Störung fortgesetzt werden. Durch die Untercanäle schafft man die Verkehrsmöglichkeit auch für ungünstige Witterungsverhältnisse. Man theilt die lange Strecke in kürzere Abschnitte, die in einem Tage durchfahren werden können. Auf solchen Zeitraum läfst sich die Entwicklung des Wetters, soweit es die Schiffahrt stören kann, voraussehen. Das Aufsuchen seitwärts vom Strom gelegener Sicherheitshäfen bedingt für den Schiffer Umständlichkeiten und Zeitverluste. Sobald nach der Wetterlage Hoffnung vorhanden ist, weiter zu kommen, vermeiden die Schiffer gern die Häfen. Ungefähr in der Mitte der canalisirten Flufsstrecke der Fulda bei Speele befindet sich unterhalb der Turbinenanlage ein 200 m langer Untercanal. Dieser wird jetzt von dem Besitzer des Kraftwerkes als Ladestelle ausgebaut. In Zukunft kann dieser Untercanal in der vorbeschriebenen Weise benutzt werden. Um die Schiffe von der Weser bis dorthin zu bringen, brauchen nur die beiden Nadelwehre bei Wilhelmshausen und Bonafort aufgerichtet zu werden. Bei hohem Wasser genügt schon das Wehr bei Bonafort zur Herstellung einer reichlichen Fahrtiefe bis Speele.

Bei der Anlage der Schleuse im Strom ist noch zu beachten, dafs bei der Einfahrt von oben die Schiffe parallel zum Stromstrich in die Schleuse einlaufen können. Müssen die Schiffe, um in die Schleuse einfahren zu können, eine schräge Stellung zum Stromstrich annehmen, so gerathen sie vor der Schleuse in Gierstellung und kommen in Gefahr auf das Wehr zu treiben. Bei Speele konnte ein bei hohem Wasser abtreibendes Schiff noch unmittelbar vor dem Nadelwehr durch Auswerfen von Ankern zum Stillstand gebracht werden.

An der Fulda werden die Schleusen fast von jedem Hochwasser überfluthet. Das Hochwasser im Mai 1898 rifs neben den landseitigen Schleusenmauern die aus grobem Kies bestehende Hinterfüllung theilweise bis zu 1 m Tiefe fort. Die losgerissenen Massen fielen in die Schleusen, aus denen sie nur schwer zu beseitigen waren. Um in Zukunft ähnliche Vorkommnisse zu verhüten, wurde neben der landseitigen Schleusenmauer ein Streifen von 4 m Breite mit einer 10 cm starken Betondecke versehen.

Die Schleusen der Fulda zeigen die früher in Gegenden mit guten Werksteinen allgemein übliche Verkleidung mit Werkstücken und Schichtsteinen (Moëllons). Es ist nicht zu verkennen, dafs in dem Mauerwerk der Schleusen in den letzten Jahrzehnten wesentliche Fortschritte zur Einfachheit und Billigkeit gemacht sind. Die erste Schleuse, an der ich mitgewirkt habe (Schleuse der Lahncanalisirung bei Kalkofen 1880 bis 1882) erhielt durchweg die an dieser Wasserstrafse übliche Verkleidung mit Marmorquadern aus den Brüchen bei Limburg. Bei der Maincanalisirung 1883 bis 1886 besteht die Verkleidung der Betonsohle und des aufgehenden Bruchsteinmauerwerks aus Werkstücken und Schichtsteinen. An den Fuldaschleusen (1893 bis 1895) findet sich, wie bei den Schleusen des Oder-Spree-Canals und der Odercanalisirung als wesentlicher Fortschritt, dafs die Verkleidung der Betonsohle mit Schichtsteinen fortgelassen ist. Noch weiter ist man beim Dortmund-Ems-Canal gegangen, indem man sich auf den Schutz der Drempel der Ecken usw. durch Werkstücke beschränkte. Der bemerkenswertheste Bau in dieser Beziehung ist aber die neue Schleuse im Canal St. Denis in Paris, die 9,98 m Höhe überwindet. An diesem Bauwerk habe ich bei einem Besuch im Sommer 1898 beobachtet, dafs zu seiner Herstellung, soweit ich dieses feststellen konnte, überhaupt kein Werkstein verwandt ist. Die Ansichtsflächen zeigen rauhes mit Cementmörtel ausgefugtes Bruchsteinmauerwerk. Die Steine sind ganz ohne Bearbeitung. Um die Beschädigung der Schiffe zu verhüten, sind in den Kammern in Abständen von etwa 5 m senkrechte Eisenschienen auf die Mauern gelegt, die etwas vor die Flucht vortreten. Selbst die üblichen Abdeckplatten sind durch eine Betonschicht ersetzt. Das ganze Bauwerk sieht nicht übermäfsig glatt und gefällig aus. Trotzdem scheint es mir, da es zweckentsprechend und billig ist, mustergültig für neue Schleusenbauten.

Bisher hat man die vorspringenden Ecken, um sie recht dauerhaft zu gestalten, aus besonders festen Quadern hergestellt. Die Erfahrungen an der Fulda und noch mehr am Main haben aber gelehrt, dafs den Beschädigungen durch den Anstofs schwerer eiserner Schiffe nur durch eine kräftige Panzerung der Ecken mit starken Stahlplatten entgegengewirkt werden kann. Die Werksteine sind demnach auch an diesen Stellen entbehrlich. Mit den Werksteinen fällt auch die fast unvermeidliche Fuge zwischen der Verblendung und dem Kernmauerwerk fort. Da die Verblendung im Gegensatz zu der Hintermauerung nur wenige und enge Mörtelfugen hat, so findet ein verschiedenes Setzen statt und damit die Trennung. Auch zwischen den Betonböden

und ihrer Abpflasterung findet eine Verbindung nicht statt. In den Mainschleusen liegt auf den über 2 m starken Betonböden ein aus Sandsteinquadern in Cementmörtel hergestelltes 40 cm starkes Pflaster. Als zum ersten Mal die Schleusen trocken gepumpt wurden, zeigte sich, dafs zwischen dem Pflaster und dem Beton keine Verbindung eingetreten war. Das durch die Betonschicht in feinen Adern durchtretende Druckwasser sammelte sich unter der wasserdichten Decke des Pflasters. Dieses wurde auf der ganzen Länge der Kammer dachartig in der Mitte bis zu 0,17 m Höhe gehoben und gebrochen. Nachdem in das Pflaster eine Oeffnung geschlagen war, sprang das geprefste Wasser hoch empor. Die Pflasterdecke sank dann wieder in ihre ursprüngliche wagerechte Lage zurück. Durch diese Erfahrung ist die Unzweckmäfsigkeit der Sohlenverblendung nachgewiesen. Nicht minder dürfte die Zweckmäfsigkeit der Ausführung der Seitenwände aus Bruchsteinmauerwerk ohne Verblendung einleuchten. Man erzielt dadurch Bruchsteinmauern, die ebenso wie die Klinkermauern an den Schleusen der märkischen Wasserstrafsen, des Oder-Spree-Canals usw. ein fest zusammenhängendes Ganzes von durchweg gleicher Beschaffenheit bilden.

Neue Flufscanalisirungen bedingen Schleusenbauten von solcher Gröfse, dafs ihre Kosten auch bei Vermeidung alles entbehrlichen Beiwerkes immer noch hoch genug ausfallen. Bei Verzicht auf die Werksteine kann man die grofsen Massen des Beton- und Bruchsteinmauerwerks unter Verwendung von Arbeitsmaschinen rascher und billiger ausführen. Man wird unabhängig von der Anlieferung der Werkstücke, deren verspätetes Eintreffen sehr häufig Aufenthalte des Baues zur Folge hat. Ein sehr grofser Theil der Ausgaben fällt auf die Schleusenbauwerke. Hier gilt es in erster Linie durch Vermeidung der bei den hohen Löhnen zu theuern Arbeit kunstgeübter Hände den Zweck mit den einfachsten und billigsten Mitteln zu erreichen.

4. Schiffahrtsbetrieb.

Die canalisirte Fulda bildet die Fortsetzung der Weserschiffahrtsstrafse nach Cassel. Im Eilgüterverkehr fahren einige Hinterraddampfer von 120 t Ladefähigkeit zwischen Bremen und Cassel (392 km). Der grofse Güterverkehr wird mit Lastkähnen von 300 bis 450 t Tragfähigkeit vermittelt. Diese werden auf der Weser mit Seiten- und Hinterraddampfern geschleppt. Auf der Fulda dient zum Ziehen der Schiffe bei hohem Wasser ein starker Hinterraddampfer, bei kleinem Wasser wird mit einem Schraubendampfer und mit Pferden geschleppt. Die gröfsten Lastkähne haben 56 m Länge, 8,10 m Breite und 1,70 m Tiefgang.

Auf der Oberweser zwischen Münden und Karlshafen (45 km) wird auch bei reichlicher Wassertiefe die Ladefähigkeit nicht voll ausgenutzt, weil die Schiffe unterwegs von Bremen Ladung abgeben. Der gröfste Tiefgang, der nach Münden aufwärts angewandt wurde, betrug 1,36 m. In der Regel schwankt der Tiefgang zwischen 0,85 und 1,20 m, die Ladung zwischen 160 und 300 t. Bis 1897 war auf der canalisirten Fulda nur ein Tiefgang von 0,85 m (Ladung 160 t) zulässig. Die tiefer gehenden Schiffe mufsten in Münden leichtern. Jetzt ist die Vertiefung der Fulda soweit vorgeschritten, dafs Leichterungen nicht mehr nothwendig sind. Die Schiffe können stets mit demselben Tiefgang, mit dem sie von der Weser kommen, nach Cassel fahren. Ja es kommt sogar oft vor, dafs Schiffe, die auf der Weserfahrt bei fallendem Wasser einen Theil ihrer Ladung auf einen Leichter überladen mufsten, in Münden vor der Fahrt nach Cassel die abgegebene Ladung wieder aufnehmen, oder dafs in Münden ein beladener Kahn die Ladung eines zweiten mit aufnimmt. Das zweite Schiff kann dann schon von Münden aus die Rückfahrt antreten. Diese Ueberladungen finden statt, wenn der Schiffsraum auf der Weser besonders knapp ist, sodafs der Rücklauf der leeren Schiffe möglichst beschleunigt werden mufs.

Der mittlere Wasserquerschnitt der Fulda unter dem hydrostatischen Stau beträgt 50 bis 60 qm. Nur auf einer 300 m langen Strecke unterhalb Speeles geht die Weite der Schiffahrtsrinne bei reichlicher Tiefe auf 40 qm herab. Dagegen kommen in den unteren Theilen der Haltungen längere Strecken mit Wasserquerschnitten von 100 bis 200 qm und darüber vor.

Die Entwicklung der Schiffahrtsverhältnisse der Fulda ergiebt sich aus folgenden Zahlen.

Die gröfste Ladung eines Schiffes betrug:

1895/96 . . .	164 t
1896/97 . . .	161 t
1897/98 . . .	206 t
1898/99 . . .	364 t

Der Verkehr im Hafen zu Cassel betrug in denselben Jahren:

1895/96 . .	3 863 t
1896/97 . .	11 813 t
1897/98 . .	22 178 t
1898/99 . .	33 779 t

Die Ladung zu Berg bestand fast ausschliefslich aus Mais und anderen Futtermitteln für die Landwirthschaft. Die Thalfracht besteht hauptsächlich aus Thon von Grofsalmerode, der nach America und China ausgeführt wird.

Der Zweck der Canalisirung der Fulda, eine gute Fahrstrafse für die Weserschiffe nach Cassel zu bilden, ist auch nach dem übereinstimmenden Urtheile aller Schiffahrttreibenden vollständig erreicht. Zum Schleppen der Lastschiffe auf der Fulda diente bis zum Jahre 1897 der Hinterraddampfer „Nienburg", dessen Maschine eine Stärke von 120 indicirten Pferdekräften besitzt. Bei der starken Strömung bei höherem Wasser erwies sich dieser Dampfer als zu schwach, um auch nur ein einzelnes beladenes Schiff nach Cassel zu ziehen. Die Bremer Schleppschiffahrtsgesellschaft, die den Verkehr nach Cassel besorgt, stellte deshalb im Jahre 1897 einen stärkeren Dampfer, den Hinterraddampfer „Baurath Lange" von 206 indicirten Pferdekräften in Dienst. Dieser Dampfer reicht nun nur für die Ueberwindung der Widerstände auf der Fulda, selbst beim höchsten Schiffahrtswasser. Dagegen konnte seine Leistungsfähigkeit bei kleinem Wasser nicht ausgenutzt werden. Die Verwendung des grofsen Dampfers erwies sich im Sommer und Herbst als unzweckmäfsig. Aufserdem verursachte der ständige Verkehr des grofsen Hinterraddampfers bedeutende Beschädigungen der Ufer.

Um nachzuweisen, dafs bei kleinem Wasser auch ein viel schwächerer Dampfer für die Fahrt nach Cassel genüge, habe ich versuchsweise mit dem Bereisungsboot „Delphin"

(Petroleummotor von 8 P.S.) einen Kahn mit 150 t Ladung von Münden nach Wilhelmshausen schleppen lassen. Die dabei erreichte mittlere Geschwindigkeit betrug 2,26 km in der Stunde. Die Bergfahrt mit dem „Baurath Lange" dauerte auch bei kleinem Wasser von dem Liegeplatz „am Tivoli" oberhalb der Schleuse bei Münden bis Cassel (25,5 km, 6 Schleusen) 7 bis 8 Stunden, weil an jeder Schleuse zweimal geschleust werden mufste. Der Aufenthalt an jeder Schleuse beträgt durchschnittlich 23 Minuten. Zur zweckmäfsigeren Gestaltung des Betriebes habe ich der Gesellschaft den Vorschlag gemacht, einen kleinen Schraubendampfer zu bauen, der mit dem Kahne zugleich geschleust werden kann. Da die Länge der Kähne über Deck gemessen 56 m, die Nutzlänge der Schleuse 60 m, die Entfernung von Drempelspitze zu Drempelspitze 63,85 m beträgt, schien es zunächst nicht möglich, einen Dampfer von genügender Stärke zu bauen, der mit dem Kahne zugleich in der Schleuse liegen konnte. Dazu kam, dafs der Dampfer während des Schleppens den Tiefgang von 1 m nicht wesentlich überschreiten durfte. Die Lösung der Aufgabe gelang aber trotzdem. Die Weserkähne sind am Hinterschiff um etwa 3 m überbaut. Der Dampfer wurde nun so gestaltet, dafs er mit seinem Vorderschiff in der Schleuse hinten unter den Kahn geschoben werden kann. Mit seinem Hinterschiff liegt er dann bei der Thalfahrt schräg in der Schleuse, bei der Bergfahrt in der

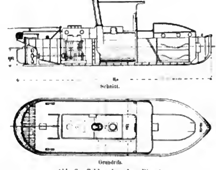


Abb. 8. Schleppdampfer „Biene".

unteren Thorkammer. Durch Versuche mit dem Delphin wurden die zulässigen Längen- und Breitenmafse ermittelt. So ist der Schleppdampfer „Biene" entstanden (Abb. 8); er ist 11 m lang, 3,20 m breit und taucht während des Schleppens nicht mehr als 1,10 m ein. Die Maschine wurde so grofs genommen, wie es dieser winzige Schiffskörper irgend gestattete. Sie sollte ursprünglich 40 P. S. indiciren. Es konnte aber nur eine Maschine von 30 P. S. untergebracht werden. Die Besatzung: ein Führer, ein Heizer und ein Junge, findet in der im Vorderschiffe befindlichen Kajüte Unterkunft. Der Dampfer ist im Frühjahr 1898 in Betrieb genommen. Bei höherem Wasser wurde er zunächst zur Beschleunigung der Thalfahrt auf der Fulda und Weser verwandt. Nach Eintritt des kleinen Wassers hat er dann vom 15. Juli bis zum 24. December sämtliche Bremer Kähne auf der Fulda zu Berg und zu Thal geschleppt. Die Bergfahrt dauerte in der Regel 8 bis 9 Stunden. Der Dampfer wurde mit den Kähnen stets zugleich durchgeschleust. Kurz vor der Schleuse geht der Dampfer rückwärts um das Schiff herum; indem er sich unter das Hinterschiff legt, drückt er den Kahn in die Schleuse hinein und ebenso wieder hinaus. Auf diese Weise beträgt der Aufenthalt an jeder Schleuse durchschnittlich nur zehn Minuten. In den langen Tagen brachte die „Biene" einen beladenen Kahn zu Berg und einen leeren zu Thal. Bei der Bergfahrt werden 300 kg Kohlen verbraucht. Die Kosten sind demnach sehr gering.

Bei der aus Anlafs der Beschaffung des Dampfers „Biene" vorgenommenen Untersuchung der Frage des Ziehens der Schiffe stellte es sich heraus, dafs keiner der Betheiligten angeben konnte, wieviel Kilogramm für die indicirte Pferdekraft ein Dampfer ziehen kann. Die Frage des Schiffswiderstandes ist durch die Arbeiten von Froude, de Mas, Engels und anderen in letzter Zeit wesentlich geklärt. Dagegen konnte ich über die Zugkraft der Dampfer zuverlässige Angaben nicht erhalten. Aus diesem Anlafs habe ich mit drei Kraftmessern von 10000, 1500 und 500 kg die Zugleistungen der Schleppdampfer, die in den hiesigen Bezirk kommen, festgestellt. Diese Versuche haben, obschon sie nur in einfachster Weise zur Ausführung gebracht wurden, so bemerkenswerthe Ergebnisse gehabt, dafs es sich wohl lohnen würde, ähnliche Untersuchungen mit sorgfältigen Vorbereitungen auch anderwärts anzustellen. Um möglichst vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, habe ich die Dampfer sämtlich mit voller Kraft an einem festen Punkt ziehen lassen. Die kleinen Dampfer zogen auf der Fulda im Stauwasser in der Schleuse in Bonafort. Die grofsen Dampfer wurden auf der Weser bei Karlshafen geprüft. In der umstehenden Zusammenstellung sind die Ergebnisse mitgetheilt.

Auf der Fulda wurden auch während des Schleppens die Zugleistungen gemessen. Der „Baurath Lange" schleppte bei hohem Wasser und infolge dessen ganz ungleichmäfsigen Strömungsverhältnissen. Die Zugspannungen im Schlepptau schwankten zwischen 1500 und 2700 kg. Die geringe Spannung zeigte sich, wenn beide Schiffe, Schleppdampfer und Kahn, in starker Strömung lagen, die grofse Spannung, wenn der Dampfer die Strömungsstrecke bereits überwunden und der Kahn allein in ihr lag. Biene und Delphin schleppen nur bei mäfsiger Strömung, das Schleppseil zeigte dann 200 bis 300 und 75 bis 130 kg Spannung.

Wenn man die Leistungen der Dampfer mit denen des Pferdes vergleicht, so ergiebt sich, wie gering die Nutzleistung des Dampfers ist, der sich bei seiner Arbeit auf das flüssige Element stützen mufs, im Vergleich zum Pferde, das gleichsam wie ein Motor an einer Zahnstange arbeitet. Diese Zahlen erläutern auch die grofsen Schwierigkeiten, die es macht, die Treidelpferde durch Maschinen zu ersetzen.

Jedoch so ungünstig, wie es nach diesen Ausführungen scheinen könnte, steht die Maschine nicht zum lebenden Motor. Die Firma Rickmers in Bremen liefs im vergangenen Jahre ihre Kähne mit Pferden von Münden nach Cassel schleppen. Gröfse, Form und Ladung war dieselbe wie bei den Kähnen, die die Biene schleppte. Die 25,5 km lange Strecke mit sechs Schleusen vom Tivoli bei Münden nach dem Hafen in Cassel wird von der Biene in der Regel in acht Stunden geschleppt. Unter gleichen Verhältnissen er-

Zusammenstellung

der Zugleistung verschiedener Dampfer auf der Weser und Fulda nach Versuchen mit drei Kraftmessern von 10000, 1500 und 500 kg.

Nr.	Bezeichnung des Schiffes	Anzahl der indicirten Pferdekräfte	Gröfste Zugleistung an einem festen Punkte kg	Zugleistung für eine indicirte Pferdekraft kg		Bemerkungen
1	Seitenraddampfer Rudolph v. Bennigsen, Bereisungsboot . . .	50	500	10	zu Berg	Versuche auf der Weser bei Karlshafen, Stromgeschwindigkeit: 1,80 m. Für die grofsen Seitenraddampfer für die Bergfahrt im Mittel 11,7 kg „ „ Thalfahrt „ „ 15,8 kg
			625	12,5	zu Thal	
2	„ Hannover	180	2150	11,94	zu Berg	
			3050	16,94	zu Thal	
3	„ Fulda	240	2900	12,08	zu Berg	
			4400	18,33	zu Thal	
4	„ Karlshafen	280	4000	14,29	zu Berg	
			5200	18,57	zu Thal	
5	Hinterraddampfer „Baurath Lange“ . .	206	2050	9,95	zu Berg	
			2600	12,62	zu Thal	
						Zugleistung für 1 indicirte Pferdekraft: Für Berg- und Thalfahrt im Mittel 13,8 kg.
6	Hinterraddampfer „Baurath Lange“ . .	206	2700	13,11		Versuche auf der Fulda im stillen Wasser in der Bonaforter Schleuse. Für die Dampfer im Mittel 14,1 kg Zugleistung für 1 indicirte Pferdekraft.
7	„ Cassel	60	925	15,42		
8	„ Münden	60	950	15,83		
9	„ Else	45	575	12,78		
10	Schraubendampfer Biene	30	400	13,33		
11	Motorboot Delphin	8	170	21,25		
12	Ein starkes Pferd	—	150*	—		

*) Die angegebene Zahl wurde als Zugleistung im langsamen Gang gemessen, beim Anziehen an einem festen Punkte zog das Pferd bis 450 kg.

folgte das Schleppen mit sechs kräftigen Pferden in zehn Stunden. Während die Pferde nun aber der Ruhe bedürfen, und den nächsten Tag für den leeren Rückgang nach Münden benutzen, kann die Biene an demselben Tage noch wieder einen Kahn zu Thal nach Münden bringen und am zweiten Tage wieder zu Berg schleppen. Sie leistet also in Wirklichkeit mehr als 15 kräftige Pferde. Die Leerfahrt der Biene von Cassel bis zum Tivoli dauert bei kleinem Wasser 2 Stunden 50 Minuten. Der Aufenthalt an jeder Schleuse beträgt 5 Minuten. Die Kosten des Schleppens mit der Biene betragen etwa 25 ℳ für 1 Kahn, dagegen mit 6 Pferden (2 Tage) 60 ℳ.

Bemerkenswerth ist noch die grofse Zugkraft des Petroleum-Motorbootes Delphin. Nach Angabe der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Cannstatt soll ein 12 P. S. Motorboot mit Turbinenschraube 234 kg gezogen haben, eine Angabe, die zur Leistung des Delphin pafst. Ein Motorboot von 8 P. S. zieht demnach ebenso viel wie ein Dampfer von 12 P. S. Dagegen ist zu bemerken, dafs Delphin bei 8pferdiger Maschine in der Stunde 4,2 l Petroleum zu 18 Pf., die Biene dagegen bei 30 Pferdestärken 38 kg Kohlen zu 2 Pf. verbraucht. Die Kosten des Brennstoffes sind demnach für die 8pferdige Petroleummaschine ebenso hoch wie für die 30pferdige Dampfmaschine.

Die Biene ist nach den bisher gemachten Erfahrungen genügend stark zum Schleppen der Weserkähne, so lange der Wasserstand am Unterpegel in Wolfsanger nicht höher als 1,90 steht. Diese Höhe wird an 200 Tagen während der bisher durchschnittlich 280 Tage dauernden Schiffahrtszeit nicht überschritten. Bei diesem Pegelstande ist eine Wassermenge von rund 50 cbm vorhanden. In den engen Strecken herrscht dann eine mittlere Geschwindigkeit von 0,90 m. In den Nadelwehren fehlen 60 Nadeln an der vollen Besetzung. Die geringe Stärke des Dampfers hat zu eigen-

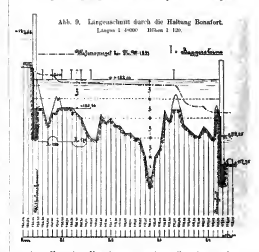


Abb. 9. Längenschnitt durch die Haltung Bonafort. Längen 1 : 4000 Höhen 1 : 120.

artigen Versuchen Veranlassung gegeben. Zunächst wurde, um bei höherem Wasser die Bergfahrt zu erleichtern, vorübergehend der Stau um 0,20 m gehoben. Der Dampfer kam dann beispielsweise in der Haltung Bonafort mit dem Schleppkahn leicht bis Kil. 21,300 (Abb. 9). Von dort bis zur

Schleuse Wilhemshausen lag in der engen Strecke ein Gefälle von 0,20 m auf 400 m Stromlänge vor ihm. Dieses mit dem Kahn zu überwinden, reichte die Kraft des Dampfers nicht aus. In solchem Falle wurde der Schiffsführer angewiesen, dem Schleusenmeister in Wilhelmshausen mit der Dampfpfeife ein Signal zu geben. Der Schleusenmeister schliefst dann eine gewisse Anzahl der Hebelnadeln im Wehr. Die Strömung und das Gefälle unter der Schleuse nehmen rasch ab. Der Dampfer kann dann leicht die Entfernung von 800 m bis zur Schleuse zurücklegen. Von dem Signal des Dampfers bis zur Einfahrt in die Schleuse vergeht nur eine kurze Zeit. Die Hebelnadeln werden wieder geöffnet. In der Haltung Bonafort wird dann allmählich der normale Stau wieder hergestellt. An diesem Wehr mufs während der Durchfahrt des Schleppzuges darauf geachtet werden, dafs der Durchflufs möglichst gleichmäfsig bleibt. Der Verlauf des Durchflusses ergiebt sich aus dem Stande des Unterpegels.

Die Biene dürfte wohl der kleinste Dampfer sein, der für den regelmäfsigen Schleppdienst mit grofsen Kähnen auf einem canalisirten Flusse gebaut wurde. Er beansprucht in genügen zwei Mann, einer vorn, der andere hinten am Steuer. Ursprünglich wollte ich den Zug so einrichten, dafs er beim Durchfahren der Stromkrümmungen vom Steuer aus gekrümmt werden konnte. Bei den Probefahrten zeigte sich aber, dafs eine solche Beweglichkeit in den Gelenken nicht nothwendig war. Bei der schlanken Form ist der Schleppwiderstand dieses Zuges sehr gering. Das 8 pferdige Motorboot fährt mit dem beladenen Zuge im Anhang bergwärts mit 5, thalwärts mit 6 km Geschwindigkeit in der Stunde. Die Fahrt durch die Schleusen geht sehr leicht, der Aufenthalt beträgt nur 10 Minuten. Im vergangenen Sommer und Herbst wurde der Zug hauptsächlich zur Beförderung von Baggermaterial auf weitere Entfernungen verwandt. 600 cbm Steine wurden auf 15 km Entfernung verfahren. Ferner dient der Zug für die Beförderung von Kohlen vom Hafen Cassel nach den Baggern und nach den Schleusengehöften. Die Prähme wurden auch einzeln zum Verfahren von Baggerboden auf kurze Entfernungen gebraucht

Nachdem dieser Schleppzug sich gut bewährt hat, wäre wohl zu überlegen, ob man nicht nach diesem Modell einen

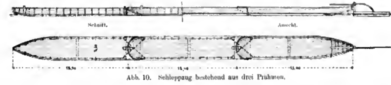


Abb. 10. Schleppzug bestehend aus drei Prähmen.

der Schleuse nicht mehr Raum. als für die Einfahrt der Kähne auch ohne Dampfer an Spielraum vorhanden sein mufs.

Bei den Mittheilungen über den Baggerbetrieb habe ich schon erwähnt, dafs auf gröfsere Entfernungen die Baggerprähme mit gutem Erfolge mit dem Motorboot geschleppt wurden. Der Delphin fuhr gewöhnlich mit zwei bis drei Prähmen mit je 5 bis 6 cbm beladen im Anhang. Auf jedem Prahm waren zwei Mann zur Bedienung nothwendig, im ganzen also vier bis sechs Mann. Aufserdem wurde beobachtet, dafs der Widerstand des Zuges so grofs war, dafs eine erhebliche Fahrgeschwindigkeit nicht erzielt werden konnte. Diese Erfahrungen haben mich auf den Gedanken gebracht, einen besonderen Schleppzug für die Beförderungen auf weitere Entfernungen auf der Fulda zu bauen. Die Gröfse der Prähme mufste beibehalten werden. Der Schleppzug besteht aus drei Prähmen (Abb. 10), die so zusammen geschoben werden können, dafs sie einen einzigen glatten Schiffskörper bilden. Das Vorderschiff des ersten Prahms hat zur Durchschneidung des Wassers scharfe Messerform erhalten, das Hinterschiff des letzten ist dagegen, um das Wasser leicht los zu lassen, schlank löffelförmig gestaltet. Die einmal von dem scharfen Vorderschiff durchschnittenen Wasserfäden werden durch die über die hintere Abschlufswand des ersten und zweiten Prahms verlängerten Böden und Seitenwände an dem zweiten und dritten Vorderschiff vorbei geleitet. Die Wasserfäden vereinigen sich erst wieder am Heck des letzten Fahrzeuges. Die Länge des Zuges beträgt 38,30 m, die Breite 2,60 m, der Tiefgang beladen 0,60 m, die Ladung 36 t. Die Boote werden mit Ketten fest zusammen gekuppelt, die Steuerung erfolgt vom letzten Prahm aus. Zur Bedienung des Ganzen Zug von gröfseren Abmessungen bauen könnte. Der Vortheil im Betriebe besteht in dem geringeren Widerstande wegen der Beseitigung des Wasserstofses gegen das zweite und dritte Fahrzeug, der guten Form am Vorder- und Hinterschiff und namentlich in der Ersparung an Bedienungsmannschaften. Ein längerer Zug müfste mit einer Vorrichtung zur Biegung in den Gelenken beim Durchfahren der Krümmungen eingerichtet werden.

Schlufs.

Die hier beschriebenen Arbeiten und Versuche verfolgen sämtlich den Zweck, die Kosten der Unterhaltung und des Schiffahrtsbetriebes herabzusetzen, die Bedienung der Anlagen zu erleichtern und an Arbeitern zu sparen. Es wäre sehr förderlich, wenn auch von anderen Wasserstrafsen ähnliche Mittheilungen gemacht würden. Die immer wieder auftauchenden neuen Aufgaben finden in der Regel bald ihre zweckmäfsige Lösung. Meist aber erfolgt keine Veröffentlichung, vielleicht weil die einzelne Lösung zu unbedeutend zu sein scheint. Wenn man sie sammelt, so geben sie zwar ein buntes, aber doch ein belehrendes Bild. Ohne dieses ist man leider oft gezwungen, viel Arbeit und Nachdenken für Aufgaben zu verwenden, die an anderen Stellen ihre Lösung schon gefunden haben. Auch solche Bestrebungen und Versuche sollten zur Veröffentlichung gelangen, deren Erfolg nicht den Wünschen entsprochen hat. Vielleicht bieten sie doch eine Grundlage zum Weiterbauen.

Die Ausführung der Unterhaltungsarbeiten erfolgt in der Regel im Eigenbetriebe. Dieser bietet dem Baubeamten die seltene Gelegenheit, die wirklichen Arbeitskosten kennen zu lernen. Sonst kennen wir nur die Ausführungskosten einschliefs-

lich des Unternehmergewinnes. Dieser schwankt aber bei Wasserbauten in sehr weiten Grenzen, er ist von vielen Zufälligkeiten abhängig, die zum Theil mit dem Bau selbst nichts zu thun haben. Da dieser Theil der Baukosten stets unbekannt bleibt, entsteht eine Verdunklung des Preisbildes. Erhebliche Irrthümer in den Anschlägen und Fehler bei der Vergebung von Arbeiten sind die Folge. Bei der Ausführung der Fuldacanalisirung soll nach dem Urtheil der Bauleitung der Unternehmergewinn ein mäfsiger gewesen sein. Da der Einheitspreis von 117470 *M* für das km ausgebauter Flufsstrecke auch mit den Erfahrungen bei ähnlichen Ausführungen übereinstimmt, kann man ihn als der Arbeitsleistung entsprechend ansehen.

Nach meinen Erfahrungen wäre wohl zu erwägen, ob man nicht die Unternehmer von Wasserbauten veranlassen sollte, nach Beendigung des Baues ihre Abrechnung vorzulegen. Man wird dann die wirklichen Ausführungskosten jeder Arbeit kennen lernen. Diese Ermittlung würde auch für den Unternehmer nützlich sein. Die Beamten würden bessere Unterlagen für neue Anschläge erhalten.

Durch solche Feststellungen würde die Wasserbaukunst wesentlich gefördert. Der Nutzen eines besonderen Verfahrens, einer Maschine würde klargestellt und gelangte zur allgemeinen Kenntnifs. Bei neuen Entwürfen könnte man viele Ausgaben vermeiden, wenn man die Pläne möglichst auf solche Arbeiten und Lieferungen beschränkte, die erfahrungsmäfsig billig auszuführen sind.

In geringem Umfange ist bei den Unterhaltungsarbeiten Gelegenheit gegeben, die Ausführungspreise kennen zu lernen. Es sollte daher stets eine sorgfältige Berechnung und eine Bekanntgabe der Einheitspreise erfolgen.

Cassel. Julius Greve.

Ueber Wasserkraftverhältnisse in Skandinavien und im Alpengebiet.

Vom Prof. Holz in Aachen.

(Mit Abbildungen auf Blatt 51 bis 57 im Atlas.)

(Fortsetzung statt Schlufs.)

III. Einzelbesprechung einer Reihe bemerkenswerther Wasserkraftstellen.

Die nachstehend besprochenen Beispiele von Wasserkraftausnutzungen sind theilweise — und zwar überwiegend — fertig vorhanden, theilweise in Ausführung begriffen, theils auch nur geplant bezw. als geeignete Punkte erwähnt. Die eingehaltene Reihenfolge schliefst sich dem bei der Bereisung eingehaltenen Wege wesentlich an. Aus dem Gebiete der Westküste sind nur wenige Wasserkraftstellen aufgenommen worden zur Kennzeichnung der hier vorhandenen kleineren Wasserverhältnisse. Von den schwedischen Beispielen werden nur die Trollhättanfälla besprochen.

I. Bergen und Umgebung (Westküste).

a) Storemöle bei Bergen (Längenschnitt Abb. 5 Bl. 53). Ein annähernd 150 m über Meeresspiegel liegender kleiner See ist durch einen Staudamm um mehrere Meter aufgehöht. Durch den Damm führt eine 0,60 m weite schmiedeeiserne Rohrleitung, welche Betriebswasser unter Spannung zu dem 750 m entfernten Fjordufer leitet. Hier, unmittelbar am Meeresspiegel, wird mit einem Nutzgefälle von rund 150 m eine Kraft von 300 PS erzeugt und zu Müllereizwecken verbraucht.

Der Staudamm hat in runden Mafsen 10 bis 13 m Höhe und 20 bis 30 m Kronenlänge; er zeigt auf der Wasserseite eine 2 m starke senkrechte Trockenmauer, auf der Luftseite eine ebensolche von etwa 4 bis 10 m Dicke mit Abtreppung thalabwärts. Zwischen diese beiden Trockenmauern ist eine 4 m starke Torfwand zur Dichtung eingestampft. Auch einige höherliegende kleine Seen haben Abflufsregelung erhalten.

Die 700 m lange freiliegende Rohrleitung ist aus 6 m langen Flanschschüssen zusammengeschraubt; sie ruht auf einzelnen Steinsätzen und ist an mehreren Stellen mit 1,50 m langen Stopfbüchsen für den Längenausgleich ausgerüstet.

b) Möllendal bei Bergen. Der bei der Stadt Bergen in den Meeresspiegel einmündende Möllendalselv hat 10,8 qkm Flufsgebiet mit + 625 m gröfster Höhe über Meer. Für die Trinkwasserversorgung der Stadt sind die im Möllendal liegenden kleinen Seen regulirt, und ein Nutzraum von 1,8 Millionen cbm geschaffen worden; hiervon entfallen auf den auf + 66 m Spiegelhöhe liegenden untersten See Svartediget, der durch eine 8 m hohe Mauer gestaut ist, 1,2 Millionen cbm (Abb. 4 Bl. 54). Die Stadt Bergen, welche die unterhalb des Svartediget vorhandenen kleinen Wasserkraftwerke angekauft hat, ist jetzt Besitzerin des ganzen Thales und will dieses demnächst zu einem gemeinsamen städtischen Wasserversorgungs- und Wasserkraftwerk ausbauen.

c) Bogemöle bei Vaxdal an der Eisenbahn Bergen—Voss. In etwa 60 m Entfernung von dem Ufer des Sörfjord ist ein Wasserlauf durch eine mehr als 10 m hohe Staumauer derart gehoben, dafs bis zum Fjordspiegel ein Nutzgefälle von 13 m entsteht. Durch die Staumauer hindurch wird das Wasser mittels zweier schmiedeeisernen Rohre von 1,0 bezw. 0,60 m Durchmesser zu der am Fjordufer stehenden Mahlmühle geführt. Die gewöhnliche Nutzleistung von 525 PS ist nur neun Monate lang während eines Jahres vorhanden; daher sind 600 Dampf-Pferdekräfte eingerichtet.

Die Staumauer besteht im wesentlichen aus Trockenmauerung; sie ist auf der Wasserseite durch eine Betondecke mit äufserer Holzschalung gedichtet.

d) Dale an der Eisenbahn Bergen—Voss (Abb. 7 Bl. 53 Gebiet 65 und Abb. 6 Bl. 53). Der bei Dale in den Sörfjord mündende Bergdalselv hat 32 km Länge und 218 qkm Flufsgebiet mit + 1302 m gröfster Höhe über Meer. In dem Flufsgebiete befinden sich 10 qkm Seefläche, darunter der auf + 591 m liegende Hamlegrö mit 9,81 qkm Fläche und rund 00 qkm Hinterland. Die Wasserkraft des Unterlaufes wird

in Dale, etwas oberhalb der Mündung in den Fjord, in der Jebsenschen Tuchfabrik seit dem Jahre 1879 benutzt. Hierzu wird 1,5 km oberhalb, etwa bei + 70 m über Meeresspiegel, das Wasser des Flusses zur rechten Seite hin abgeleitet; ein Stauwerk ist nicht vorhanden. Auf der oberen Halbstrecke der 1,5 km fliefst das Wasser in einer mit Bohlen zugedeckten, nahezu wagerechten Holzrinne. Am Ende derselben geht das Wasser in eine 1,26 m weite schmiedeeiserne Rohrleitung über, die sich nach etwa 120 m Länge in zwei ebensolche Druckrohre von 0,67 m Durchmesser theilt. Die letzteren führen das Wasser zur Tuchfabrik und schaffen hier ein Nutzgefälle von 66 m. In der Fabrik sind zwei Turbinen von je 500 PS, zwei von je 400 PS und eine Lichtturbine von 40 PS eingerichtet, entsprechend einer Gesamtnutzleistung von rund 1800 PS. Die Achsen der Hauptturbinen gehen senkrecht durch die drei Fabrikgeschosse hindurch. Die Regelung erfolgt von Hand, obschon ein selbstthätiger Regulator eingerichtet ist. Im natürlichen Zustande sank die Wassermenge des Bergdalselv ausnahmsweise bis 4600 tons für eine Stunde (1 ton = 1251 Liter) oder 1600 Liter/Sec., entsprechend einer Nutzleistung von 1120 PS. Daher ist der 27 km thalaufwärts gelegene Hamlegrö-See regulirt worden derart, dafs $2^1/_2$ m Wassertiefe nutzbar gemacht, und ein Stauraum von 24,5 Millionen cbm geschaffen wurde. Hierdurch wurde die Vergröfserung auf 1800 PS Kleinstleistung ermöglicht.

Die Holzrinne ist mit Verschlufs und Entlastung versehen; sie ruht ebenso, wie die Rohrleitung, auf einzelnen Steinsatzstützen. Trotz der geringen Entfernung von der warmen Westküste tritt in Dale sehr grofse Winterkälte auf; daher sind die freiliegenden eisernen Rohre mit einer 40 cm dicken Wollpackung umhüllt.

Oberhalb des beschriebenen Kraftwerkes können im Bergdalselv grofse Wasserkräfte leicht gewonnen werden; es folgt sehr bald eine grofse Reihe von Wasserfällen, darunter einer mit annähernd 40 m Fallhöhe.

e) Odde (Hardangerfjord). (Abb. 7 Bl. 53 Gebiet 56.) Bei Odde mündet der Aapoelv mit 476 qkm Flufsgebiet in den Fjord. 2 km oberhalb der Mündung verläfst das Wasser den 4 qkm grofsen, nach Schätzung 50 m über Meer liegenden Sandvensee, indem es den 9 m hohen Vastungsfos hinunterstürzt und dann in kleineren Wasserfällen der Mündung zufliefst. Der Wasserlauf erhält viel Gletscher-

Abb. 21. Anzapfung eines Binnensees

wasser, insbesondere von dem grofsen Schneefeld Folgefond durch den Gletscher Buarbrae; daher ist der natürliche Abflufs vermuthlich gut ausgeglichen. Ein weiterer Ausgleich läfst sich wahrscheinlich durch bessere Ausnutzung des Sandvensees erreichen, wobei allerdings zu prüfen wäre, ob nicht die natürliche Abdämmung desselben theilweise Moräne ist. Wegen der bequemen Lage scheint diese Stelle zur Wasserkraftgewinnung geeignet.

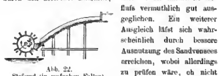


Abb. 22. Stofsrad (in einfachen Falten).

f) Andere Stellen im Westgebiet. Südlich von Bergen ist ein kleiner Binnensee gemäfs Text-Abb. 21 zur Wasserkraftgewinnung an der Meeresküste benutzt. Am Haugfjord bei Florö (zwischen Bergen und Drontheim) ist in jüngster Zeit ein grofses Wasserkraftwerk entstanden, in welchem nach dem Jebsenschen Patente Torfkohle, sowie verwandte Nebenerzeugnisse hergestellt werden. In der Umgebung von Bergen findet man in unbedeutenden Fällen häufig die Stoferadanordnung der Text-Abb. 22. Diese hat bei richtiger Krümmung der Wasserbahn ihre Berechtigung.

2. Die Wasserkraftanlagen bei den Staustufen des Bandak-Skien-Canals (Skienflufs). (Abb. 7 Bl. 53, Gebiet 13b.)

Bezüglich der allgemeinen Erwägungen sei zunächst auf das Seite 407 bis 409 Gesagte verwiesen. Zur Einzelerläuterung dienen u. a. die Abb. 5 bis 10 Bl. 51 und die Abb. 1 bis 4 Bl. 53. Ausgangspunkt des Canals im Binnenland ist der nunmehr auf + 72 m regulirte Bandaksee, an dessen oberem Ende der wichtige Touristenort Dalen in Thelemarken liegt, am unteren Ende bei Strengen heifst der Name Flaasee. Etwa 20 km östlich befindet sich mit + 15 m Wasserhöhe der Nordsee (Nordsjö), und von diesem südlich der auf Meereshöhe liegende Skienfjord bei Skien.

Der Canal zerfällt hiernach in zwei Theile: 1. den Bandak-Canal zwischen Bandaksee und Nordsjö und 2. den Löveid-Skien-Canal vom Nordsjö bis zum Skienfjord. Der Bandak-Canal ist durch Herrn Canaldirector Saetren in Kristiania in den Jahren 1887 bis 1892 mit einem Kostenaufwand von 3 Millionen Kronen gebaut worden; der Löveid-Skien-Canal wurde im Jahre 1861 fertiggestellt und kostete 1 Million Kronen. Ueber den Bandak-Canal besteht eine während der Bauzeit erschienene Veröffentlichung von Schlichting in der Deutschen Bauzeitung Jahrg. 1890 S. 29 ff.; die darin geschilderten Entwurfsverhältnisse sind im wesentlichen zur Ausführung gelangt. Beide Canalstrecken, namentlich aber der jüngere Bandak-Canal, gehören auf dem Gebiet der Technik zu den bedeutendsten Sehenswürdigkeiten Norwegens; insbesondere ragt die Staustufe Vrangfos mit ihrer Treppe von sechs Kuppelschleusen durch ihre Grofsartigkeit in Natur und Technik hervor.

Der Bandak-Canal. Die Strecke des Bandak-Canals bildete vor dem Ausbau, namentlich im unteren Theil, eine wilde tiefe Thalschlucht, in welcher das Wasser reifsend über mehrere hohe Wasserfälle hinunterstürzte. Die sechs vorhandenen Canal-Staustufen überstauen diese Unregelmäfsigkeiten des Thalgefälles; die höchste Staustufe Vrangfos hat 23 m Gefälle und 7,5 km Haltungslänge.

Die Schiffahrt überwindet die Staustufen durch Kammerschleusen von je 37 m Länge und 6,90 m Breite im Lichten bei 2,60 m kleinster Fahrtiefe; das Gefälle der einzelnen Schleuse beträgt zwischen 3 und 5 m, wie sich aus der folgenden Tabelle genauer berechnen läfst:

Staustufe	Hogga	Gefälle	7	m	2	Schleusen,
"	Kjeldal	"	3	"	1	"
"	Lunde	"	3	"	1	"
"	Vrangfos	"	23	"	5	"
"	Eidsfos	"	10	"	2	"
"	Ulefos	"	11	"	3	"

Die Schleusentreppen sind gröfstentheils in den Felsen des Seitenhanges eingesprengt; die Thore sind hölzerne Riegelthore nach americanischem Vorbild (Abb. 1 Bl. 53).

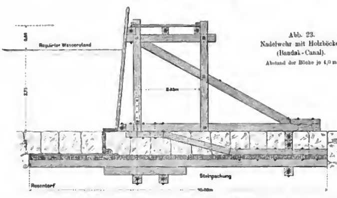


Abb. 23.
Nadelwehr mit Holzböcken (Bandak-Canal).
Abstand der Böcke je 4,0 m.

Die Stauwerke der sechs Staustufen sind Grundwehre mit Nadelwehr-Aufsatz. Die Grundwehre bestehen — mit Ausnahme des Vrangfos — aus Steinkistenbau. Für die Nadelwehre mit festen Böcken ist bei breitem Ueberlauf und Sandboden (bei den oberen Staustufen) der Querschnitt Text-Abb. 23 in Holzbau angewandt, bei engem Ueberlauf und Felsboden (untere Stufen) der Querschnitt Text-Abb. 24 in Eisenbau. — Das Niederschlagsgebiet des Bandak-Canals beträgt 3700 qkm, hierunter 150 qkm Seefläche; die gröfste Wassermenge beträgt 800 cbm/sec.

Abb. 24. Nadel- und Dammbalkenwehr mit Eisenböcken.
Abstand der Hauptböcke je 4,8 m.

Der Löveid-Skien-Canal. Der Löveid-Skien-Canal zeigt in seinen zwei Staustufen die folgenden Verhältnisse:

Staustufe		Gefälle		Schleusen
Staustufe Löveid (Skotsfos)		Gefälle 10,80 m		3 Schleusen
„	Skien (Damfos)	„ 4,30 „		2 „

Das Niederschlagsgebiet bei Löveid beträgt 10000 qkm, hierunter 480 qkm See; die gröfste Wassermenge ist 2300 cbm/sec, die kleinste 100 cbm/sec. Bei Skien sind 10700 qkm Flufsgebiet und 488 qkm See vorhanden. Besonders bemerkenswerth ist bei der Stufe Löveid der grofse Felseinschnitt, in welchem die Schiffe den Skotsfos umgehen (Abb. 10 Bl. 51)*); die gröfste Einschnittstiefe dieses ungefähr 700 m langen Durchstiches beträgt nach Schätzung mehr als 20 m (Text-Abb. 25).

*) Der Mafsstab von Abb. 10 Bl. 51 ist 1:25000, nicht, wie angegeben, 1:62500.

Wasserkraftanlagen befinden sich bereits bei den Staustufen Skien, Löveid (Skotsfos) und Ulefos. Für weitere Kraftanlagen beim Bandak-Canal, zu deren Ausführung seitens der norwegischen Regierung das Recht erlangt werden müfste, kommen in erster Linie die beiden nächsten Stufen Eidsfos und Vrangfos, vor allem aber die Gefällstelle Vrangfos mit 23 m Druckhöhe in Betracht.

Die Staustufe Vrangfos. Für Wasserkraftzwecke besitzt der grofse Staudamm ein ganz besonderes Interesse, (Abb. 5 und 9 Bl. 51, Abb. 2 Bl. 53, Abb. 1 Bl. 55 und Text-Abb. 26). Ueber dem tiefsten Bereich der Thalschlucht ist mit Anlehnung an den linken Hang eine massive Staumauer gebaut, deren Querschnitt durch Abb. 9 Bl. 51 dargestellt ist; diese Mauer hat 36,50 m Constructionshöhe, hiervon 30 m Höhe des eigentlichen Mauerquerschnittes; die 38 m lange auf + 63 m liegende Mauerkrone ist hochwasserfrei. Bei ihrem rechtsufrigen Ende hat die Staumauer an der Luftseite einen mächtigen Strebepfeiler erhalten. Hier am rechten Ende, wo der felsige Hang erheblich flacher und höher gelegen ist, schliefst ein 27,60 m langes Ueberfallwehr (Regulirwehr) an; dieses hat einen bis zu 7 m hohen gemauerten Untersatz und darauf ein Nadel-Dammbalken-Wehr mit 5 m hohen festen Eisenböcken gemäfs Text-Abb. 24 (Beschreibung Seite 400). Die Hauptböcke stehen 4,60 m auseinander; zwischen je zwei Hauptböcken befindet sich ein niedriger, bis zur Höhe der Nadelfüfse reichender Zwischenbock verwandter Bauart. In Höhe der Krone der Hauptmauer ist ein Laufsteg über dem Ueberfallwehr angelegt. Am rechten Hang ist die Schleusentreppe eingesprengt.

Der Staudamm ist im Grundrifs geradlinig angelegt; er regulirt den Stauspiegel auf + 59,0; das Unterwasser liegt auf + 36,0. Das überschüssige Wasser wird durch das Regulirwehr hindurchgelassen und stürzt auf den gewachsenen



Abb. 25. Löveid-Schiffahrtscanal.

Felsen. Die Gründung des Staudammes konnte nur in der wasserarmen Zeit, d. h. im Winter stattfinden. Man begann damit im Winter 1889 bis 1890. Zunächst wurde zur Umleitung des Wassers um die Baustelle am rechten Hang der Tunnel T (Abb. 5 Bl. 51) durch den Granit gesprengt und der hölzerne die gelösten Gewölbsteine in dem Kolk K (Abb. 9 Bl. 51), den man später mit Trockenmauerung füllte. Im nächsten Winter wurde die Arbeit wieder aufgenommen, und das Gewölbe bis Januar 1891 fertiggestellt. Dann wurde die Arbeit derart beschleunigt, dafs die Staumauer im Mai 1891 nahezu



Abb. 26. Vrangfos. Staudamm.



Abb. 27. Nadel- und Dammbalkenwehr beim Edsfos (1898).



Abb. 28. Staustufe Ulefos (1898).

Fangedamm C hergestellt. Beim Blofslegen des Granitfelsens fand man in der Thalsohle eine senkrechte, 4 bis 6 m breite im Thalweg streichende tiefe Kluft, die mit Geschiebemasse ausgefüllt war. Diese wurde mit einem Granitgewölbe überbrückt, um hierauf die Mauer zu setzen. Infolge des Durchbruches eines Fangedammes oberhalb bei Strengen wurde das Gewölbe im Frühjahre 1890 nicht rechtzeitig fertig, sodafs die nächste Fluth es theilweise zerstörte; man fand später vollendet war. Zum Schlufs wurde der Umleitungstunnel zugedämmt. Die Mauermasse des Staudammes beträgt 9000 cbm; sie ist in Granitblöcken und ganz in Mörtel ausgeführt (1 Cement (norwegischer) und 2 Sand). Der Staudamm hat rund 300000 Kronen gekostet. — Die jetzigen Verhältnisse ermöglichen mit im Vergleich niedrigen Kosten die Schaffung einer Wasserkraft, die auch im Winter nur ausnahmsweise unter 10000 Nutz-Pferdestärken sinken dürfte.

Die Staustufe Eidsfos. Zur Erläuterung dienen die Text-Abb. 27, sowie Abb. 2 Bl. 55. Die Schleusentreppe ist am linken Ufer in einen Felskopf eingesprengt. Das auf Steinkistenbau stehende Regulirwehr ist $1^1/_2$ mal so lang, wie dasjenige des Vrangfos.

Die Staustufe Ulefos. Abb. 3 und 4 Bl. 53, Text-Abb. 28. Das Stauwehr besitzt ähnliche Verhältnisse, wie dasjenige beim Eidsfos, und hat den durch Abb. 4 Bl. 53 gezeigten Querschnitt. Auf beiden Seiten der Staustufe befinden sich Wasserkraftanlagen; diese dienen zum Betrieb von Holzschleiferei und Sägewerken und haben von den 11 m Gefälle der Staustufe 10 m als Nutzgefälle eingerichtet (1 m Abzug wegen des zeitweiligen Rückstaus vom Nordsjö). Gegenwärtig nutzen die Werke zusammen 34 cbm/sec aus.

Das Werk am rechten Ufer entnimmt sein Wasser in der Menge von 20 cbm/sec aus dem Obercanal der Schleusenrinne und erzeugt daher eine für die Schiffe unbequeme Strömung. Das Wasser tritt durch eine hölzerne Schützenanordnung gemäfs Text-Abb. 15 in einen offenen Canal und aus diesem in ein zugänglich angeordnetes Eisenrohr von 4,30 m Durchmesser, welches am oberen Ende in Cementmauerwerk eingefafst ist (vgl. Seite 404). Das Rohr ist durchaus genietet ohne Ausgleichvorrichtung und hat alle 4 m einen aufgelegten Winkelring, sowie dazwischen wagerechte Ankerstangen zur Versteifung; beim oberen Ende ist eine Drosselklappe von 4,3 m Durchmesser eingebaut. Das Hauptrohr verzweigt sich demnächst zu zehn zerstreut liegenden Turbinen, deren Gesamtleistung 2000 PS beträgt. Die Hauptturbinen von je 250 bis 300 PS sind in einem grofsen Unterflurraum, in welchen das Unterwasser hineinstaut, als Kapselturbinen mit Saugrohr aufgestellt. Sie sind durch eiserne Säulen gestützt und durchaus zugänglich und freistehend. Das Werk stellt in einem Jahr 8000 tons Holzrohstoff her.

Das Werk am linken Ufer. Die Wasserfassung liegt gleich neben dem Wehr und besitzt einen hölzernen Schützenabschlufs. Das Wasser tritt in ein eisernes Rohr von etwas über 4 m Durchmesser (s. Abbildungen), welches am oberen Ende in Holz gefafst ist. Das Rohr ist ganz genietet und durch aufgelegte Winkelringe versteift. Ausgleichvorrichtungen fehlen (vgl. Seite 403). Das Werk verbraucht 12 cbm/sec und leistet 1200 PS als kleinste Kraftmenge.

Die Staustufe Löveid. Bei der Staustufe Löveid zweigt der Schiffahrtsweg links ab (Abb. 10 Bl. 51), während der natürliche Wasserlauf sich nach rechts wendet, um über den Wasserfall Skotsfos hinunter zu stürzen. Auf der Oberkante des Skotsfos steht das Regulirwehr des Schiffahrtscanales, ein Nadelwehr mit Holzkistenunterbau und drehbaren eisernen, zum Theil aber feststehenden hölzernen Böcken (Abb. 2 Bl. 54).

Unterhalb dieses Wehres hat sich am linken Ufer die grofse Holzstofffabrik Skotsfos angelegt, die gröfste in Norwegen; sie stellt in einem Jahre 20 000 tons mechanischen Holzschliff her. Das Werk hat die Wasserkraft des Skotsfos in folgender Weise verwerthet. Das Gesamtgefälle der Staustufe Löveid beträgt 10,50 m; hiervon sind 8 m in einem unteren Absturz vereint. Auf der Oberkante des letzteren sind, zwischen Felsinseln eingekeilt, Ueberfallwehre in Steinkistenbau hergestellt; diese legen den Oberwasserspiegel des Werkes Skotsfos fest, sodafs das Nutzgefälle 8 m beträgt. Als kleinste Wassermenge — im Winter — werden 100 cbm/sec angesehen; hiervon nimmt das Werk gewöhnlich nur 50 cbm/sec, entsprechend einer Kleinstleistung von 4000 PS, jedoch werden zeitweise bis zu 0000 PS erzeugt. Durch ein hölzernes Einlafsbauwerk, welches aus zwölf, etwa je 1,20 m breiten Schütztafeln gemäfs Text-Abb. 15 (S. 404) besteht, wird das Betriebswasser am linken Ufer in zwei kurze Tunnel und weiter in einen kurzen ausgesprengten Canal von 20 m Breite hineingelassen, der sich zu einem Vertheilungsbecken erweitert; der Canal genügt für 0000 PS. Aus dem Becken wird das Wasser zu 20 Turbinen geführt, und zwar zu einer Gruppe derselben mittels eines eisernen Rohres von 5,1 m Durchmesser. Dieses Rohr, dessen Weite die gröfste in Norwegen sein dürfte, ist für Verlängerung eingerichtet. Die stärkste Turbine leistet 400 PS.

Zur Zeit der Besichtigung im Jahre 1896 war geplant, auch die andere Hälfte des Wassers (vgl. oben) mit dem Gefälle



Abb. 29. Damfos bei Skien (1898).

von 8 m auszunutzen, also die Kraft um 4000 bis 0000 PS zu vergröfsern. Hierfür war ein 300 m langer Felstunnel in Aussicht genommen, der mit Ausrüstung 120 000 Kronen kosten sollte.

Die Staustufe Skien. Die natürlichen Verhältnisse sind aus Abb. 6 Bl. 51 zu erkennen. Hiernach stürzt das Wasser durch die von links nach rechts sich erstreckende zerrissene Felsrippe in vielen einzelnen Rinnen hindurch, sodafs man die ganze Rippe als Wasserfall ansehen kann. Die Ortsverhältnisse haben in dieser Form die Wasserkraftgewinnung sehr erleichtert; daher wurde diese hier bereits im 10. Jahrhundert ausgeübt. Gegenwärtig sind bei zwei Durchbruchstellen Nadelwehre mit drehbaren Eisenböcken gebaut (Text-Abb. 29), die den Oberwasserspiegel auf 4,30 m halten, während das Unterwasser in Meereshöhe steht. Die schmale Rinne in der Mitte (s. Lageplan) wird für den Schiffahrtsbetrieb benutzt, in ihr liegen die Schleusen. Die übrigen Rinnen sind durch eine ganze Reihe von Wasserkraftwerken überlaut, die mit dem Gefälle von 4,30 m eine Kraftmenge von zusammen rund 5000 PS erzeugen; hierunter befindet sich eine zu Scotsfos gehörende Cellulosefabrik mit 1100 PS. Am rechten Ende wird das Wasser durch ein eisernes Dükerrohr, das in eine Sohlenrinne des Hafens *H* eingesenkt ist, zu der Mühle *M* geführt, die 250 PS gebraucht.

Ein Uebelstand bei der Staustufe Skien besteht darin, dafs durch Sturmfluthen das Unterwasser (Fjordspiegel) manchmal um mehrere Meter gehoben wird.

3. Die Wasserkraftanlagen im Unterlaufgebiet des Drammenflusses.

(Abb. 7 Bl. 53 Gebiet 9 und Abb. 4 Bl. 52.)

Im Nachstehenden werden nur solche Kraftwerke besprochen, welche unterhalb des Sees Randsfjord liegen; dieser hat 3700 qkm Niederschlagsgebiet, 136 qkm Fläche und + 133 m Spiegelhöhe. Die Wasserverhältnisse des Drammenflusses sind für das Gesamtgebiet Seite 386 erörtert worden.

a) Bergefos. Der Bergefos ist der erste Wasserfall am Randselv unterhalb des Randsfjord; er ist mit annähernd 5 m Gefälle zur Holzschleiferei ausgenutzt. Die erzeugte Kraftleistung beträgt im ganzen ungefähr 1000 PS; sie vertheilt sich auf fünf Turbinen, deren stärkste 350 PS leistet. Die Zuleitung des Wassers erfolgt durch Rohre von etwa 1,20 m Durchmesser.

Das Stauwehr ist zum Theil Ueberfallwehr in Steinkistenbau, über welches die Flufsbalken frei wegschiefsen, zum Theil Dammbalkenwehr von etwa 2 m Höhe nach dem durch Text-Abb. 30 veranschaulichten Grundsatz; die Dammbalken legen sich gegen drehbare Eisenböcke, die in 3 bis 4 m Entfernung von einander stehen. Die Wärme des aus dem Randsfjord zufliefsenden Wassers beträgt niemals weniger als + 3° C.

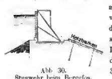


Abb. 30. Stauwehr beim Bergefos.

b) Violfos. Der Violfos liegt etwa 3 km unterhalb des Bergefos. Die Wasserkraft des Violfos ist in einer grofsen Holzschleiferei verwerthet gemäfs dem Lageplan Abb. 14 Bl. 51. Das geschaffene Nutzgefälle beträgt 18,30 m; das Werk ist eingerichtet auf einen Verbrauch von 19 cbm/sec, entsprechend einer Nutzleistung von mehr als 3000 PS.

Das Stauwerk ist zur Hälfte (am linken Ufer) Ueberfallwehr in Steinkistenbau, über welches die Flofshölzer hinüberschiefsen, zur anderen Hälfte Nadelwehr mit eisernen Böcken auf Steinkistenunterbau. Das Nutzwasser wird in einem 200 m langen, in Erde ausgehobenen Graben geleitet, dessen flache Böschungen z. Th. gepflastert sind. In der Nähe der Fabrik ist dieser Graben mit einem hölzernen Abschlufswerk nach Text-Abb. 15 (S. 404), mit einem aus Rundstämmen bestehenden Grobrechen, einem darauf folgenden eisernen Feinrechen, sowie einem Ueberfall ausgerüstet. Aus dem Canal fliefst das Wasser in ein stark geneigt verlegtes Rohr von 3,70 m Durchmesser, welches das Wasser auf acht gleichstarke Turbinen mit senkrechten Achsen vertheilt. Die Turbinenanlage liegt dicht am Flufsufer.

c) Hönefos. Der Hönefos liegt am Bägnaflufs gleich oberhalb dessen Vereinigung mit dem Randselv bei dem Orte Hönefos (Abb. 4 Bl. 52). Die Bägna hat 4800 qkm Niederschlagsgebiet, hierunter 169 qkm Seefläche. Das den Hönefos benutzende, im Jahre 1896 vollendete grofse Wasserkraftwerk, welches wesentlich Holzschleiferei betreibt, ist in Abb. 11 bis 13 Bl. 51 dargestellt. Das geschaffene Nutzgefälle beträgt 19 m, die Nutzleistung rund 4000 PS. Ein einfaches Ueberstur zwehr (Abb. 13 Bl. 51) gleicht den obersten Rand des Wasserfalles aus. Das Betriebswasser wird durch ein in Steinkistenbau (Abb. 12 Bl. 51) hergestelltes Einlafsbauwerk in ein Vorbecken hineingelassen, um aus diesem in vorläufig zwei Rohre von 3,00 bezw. 2,70 m Durchmesser zu gelangen, in welchen es den tieferliegenden Turbinen zufliefst. Die Rohre liegen frei und geneigt den Hang hinunter und sind beim Fufsknick mit dem Felsen verankert. Eines der Rohre hat die in Text-Abb. 12 (S. 403) dargestellte Feder-Ausgleichvorrichtung erhalten.

d) Hofsfos und Hensfos. Bei diesen gleich oberhalb des Hönefos an der Bägna liegenden Wasserfällen von 24 und 27 m Höhe sind Kraftanlagen von je 4000 bis 5000 PS eingerichtet.

e) Gjethusfos und Gravfos. Diese beiden Wasserfälle befinden sich am Ausflufs des 134 qkm grofsen, auf + 63 m liegenden Tyrifjord; hier sind Bägna und Randselv vereinigt, und das Niederschlagsgebiet beträgt etwa 9700 qkm. Bei Gjethus hat eine Holzschleiferei mit 7 m Gefälle 5000 PS ausgebaut; der Gravfos mit 14 m Gefälle ist nicht ausgenutzt (s. Text-Abb. 4 S. 390).

f) Kistefos und Kaggefos. Diese noch nicht ausgenutzten Wasserfälle (Text-Abb. 4 S. 390) mit 35 bezw. 25 m Höhe liegen im Snarumselv kurz oberhalb dessen Einmündung in den Drammenflufs unterhalb des Gravfos. Der Snarumselv hat 5230 qkm Niederschlagsgebiet mit 135 qkm Seefläche.

g) Embretsfos. Der 18 m hohe Embretsfos erhält das Wasser der drei Flüsse Randselv, Bägna und Snarum, im ganzen aus einem Gebiet von 15000 qkm; das kleinste Wasser beträgt 45 cbm/sec, das gröfste 1900 bis 2000 cbm/sec. Die Wasserkraft des Embretsfos war bis zum Jahre 1896 in einer inzwischen abgebrannten Holzschleiferei theilweise ausgenutzt; die Leistung betrug 5000 PS. Gegenwärtig wird der Embretsfos unter den unbenutzten Wasserfällen mit 10000 PS (Text-Abb. 4 S. 390) aufgeführt. Die am linken Ufer gelegene abgebrannte Holzschleiferei hatte ein Gefälle von 14 m ausgebaut unter Benutzung eines etwa 10 m breiten offenen Obergrabens mit drei anschliefsenden, über 2 m weiten Druckrohren.

Von Interesse ist das bestehende Stauwehr; dasselbe ist als festes Ueberfallwehr derart angelegt, dafs es eine Gröfsthöhe von etwa 7 m besitzt. Ein grofser Theil dieses von früher her in Steinkistenbau hergestellten Wehres brach s. Z. bei Hochwasser durch. Man entschlofs sich, die Durchbruchstelle in Mauerwerk nach dem Schnitt Text-Abb. 31 neu zubauen; dieser Neubau besteht aus Quadermauerung und ist in der 3 m breiten Krone in glattem Beton mit Abdeckung in Rundhölzern hergestellt. Für die Ausführung dieses hohen Wehres, welche durch die Text-Abb. 32 veranschaulicht wird, wurde ein entsprechend hoher, im Grundrifs keilförmiger Fangedamm hergestellt; dieser wurde durch Kabel rückwärts verankert, nachdem vorher ein anderer Fangedamm ausgeglitten war. (Bezüglich der Wasserwärme vgl. Seite 391.)



Abb. 31. Stauwehr beim Embretsfos.

h) Kongsfos und Haugsfos. Diese beiden für Holzschneiderei bezw. Holzschleiferei benutzten Wasserfälle liegen

im Flusse Simoa dicht oberhalb dessen Einmündung in den Drammenflufs bei der Eisenbahnstation Aamot; die Simoa hat 873 qkm Niederschlagsgebiet. Das untere Werk Koagsfos benutzt 16 m Gefälle von den vorhandenen 17 m und erreicht eine Leistung von 1000 PS. Zwei auf hohe Holzgerüste aufgestellte Holzrinnen führen das Wasser der Fabrik zu; am Ende jeder Rinne geht das Wasser in ein senkrechtes hohes Eisenrohr über, welches die zugehörige der beiden Turbinen speist. Das obere Werk Haugsfos, dem Meifsener Kobaltwerk Modum zugehörig, hat von dem Gesamtgefälle des 38 m hohen Wasserfalles 33 m ausgebaut; hierzu wird von dem auf der Oberkante des Wasserfalles stehenden niedrigen Ueberfallwehr aus das Wasser in einer etwa 200 m langen Holzrinne am rechten Hang vorbei geleitet, um dann in ein schräg den steilen Hang hinunter gelegtes Eisenrohr von etwa 1,25 m Durchmesser überzugehen, welches auf kurzem Wege die Turbinenanlage erreicht. In diesem Rohr steigt die



Abb. 32. Embretsfos. Wehrbau.

Fliefsgeschwindigkeit bis 1,80 m/sec. Das durchaus genietete Rohr liegt frei; die vorhandenen Knicke ermöglichen die freie Beweglichkeit. Die erzielte Kraftleistung beträgt annähernd 1000 PS.

Zur Verbesserung der Wasserverhältnisse über die angegebenen Kraftmengen hinaus haben die beiden Werke Koagsfos und Haugsfos zusammen die Seite 406 besprochene Vergröfserung des oberhalb gelegenen Sönerensees um 17 Millionen cbm ausführen lassen. Die natürlich vorhandene Seefläche des 873 qkm grofsen Simoagebietes beträgt nur 12 qkm.

4. Wasserkräfte in einzelnen kleineren Südflüssen.

a) Evenstadfos (Abb. 7 Bl. 53, Gebiet 18). Bei dem im Gebiet des Arendalflusses nahe der Flufsmündung liegenden Evenstadfos wird gegenwärtig das durch Abb. 21 bis 23 Bl. 51 dargestellte interessante Wasserkraftwerk gebaut. Mit einem Gefälle von 13 bis 16 m sollen vorläufig 4000 PS erzeugt werden.

Das Stauwerk, welches eine 1,5 km lange Stromschnelle überstaut, besteht aus einer 14 m hohen, im Grundrifs gekrümmten Betonmauer mit Nadelwehraufsatz; das Hochwasser soll mit etwa 3 m Strahldicke über die feste Krone weg auf die unterhalb vorhandene Felsfläche stürzen. Die Turbinenanlage liegt am rechten Flügel der Staumauer; an dieser Stelle wird die Gefällstufe dadurch erzeugt, dafs ein tief in den Felsen eingeschnittener Unterwassercanal bis an die Turbinenanlage heranreicht. Der Beton für den Staudamm besteht aus Cement, Quarzsand und Gneisschotter (letzterer durch Steinbrecher hergestellt).

b) Vadfos (Abb. 7 Bl. 53, Gebiet 15). Ein gröfseres neues Wasserkraftwerk (Holzschleiferei) befindet sich bei dem am Tokeflufs gelegenen Vadfos bei Kragerö. Das Flufsgebiet beträgt hier 870 qkm mit 40 qkm Seefläche.

c) Farisalv bei Larvik (Abb. 7 Bl. 53, Gebiet 12). In Larvik ist beim Ausflufs des Farisely ein Wasserkraftwerk von 1500 PS mit 9 m Gefälle eingerichtet. An dieser Stelle hat der Farisely 510 qkm Niederschlagsgebiet, hierunter 32 qkm See.

Als Stauwerk besteht das in Text-Abb. 5 (S. 397) zu erkennende mächtige Steinkistenwehr, welches bereits 200 Jahre alt ist; die auf dem Bilde zu erkennende Holzrinne dient für die Zuleitung der Flofshölzer.

Aus dem Stauraum wird das Betriebswasser durch eine Holzrinne von ungewöhnlich grofsen Abmessungen der Fabrik zugeführt: die auf hohe Holzjoche aufgesattelte und überdachte Rinne hat etwa 5 m Breite und 3 m Höhe. Die Fliefstiefe sinkt bis 1 m, hierbei werden Geschwindigkeiten von 3 bis 4 m beobachtet. Am Ende der Rinne dicht bei der Fabrik geht das Wasser in ein eisernes Fallrohr von 2,75 m Durchmesser über und vertheilt sich aus diesem auf die Turbinen, die mit dem Gefälldruck von 9 m hydraulisch entlastet sind. Die grofse Holzrinne bringt Betriebsschwierigkeiten mit sich, da sie keine Entlastungseinrichtung besitzt und aufserdem viel Gefällverlust und Unterhaltungskosten verursacht. Daher war im Jahre 1896 beabsichtigt, die Rinne durch ein Eisenrohr von 2,75 m zu ersetzen, wodurch 800 PS gewonnen werden sollten.

Etwa 1 km oberhalb des Werkes liegt auf + 21 m Spiegelhöhe der 22 qkm grofse See Farisvand. Er ist im Interesse des Werkes durch einen Staudamm aufgehöht zur Vergröfserung des Niedrigwassers. (1 m Seehöhe = 22 Millionen cbm.) Der Staudamm besteht in der Mitte aus Steinkistenbau, an beiden Flügeln aus Mauarung; diese ist Trockenmauerwerk mit Cementdichtung an der Wasserseite. Bemerkenswerth ist, dafs die Mauerflügel im Lehmboden stehen; daher quillt Wasser nach der Luftseite heraus. Ferner ist bemerkenswerth die Entnahme des Wassers durch zwei eiserne Heberrohre von etwa 1,20 m Durchmesser; auf dem Scheitel derselben (im Bereich des Mittelbaues) steht eine Kammer mit Luftpumpen. (In der jüngsten Zeit ist der Staudamm umgebaut worden.)

d) Aabyfos (Abb. 7 Bl. 53, Gebiet 11). Bei Larvik mündet der Flufs Laagen mit 5660 qkm Niederschlagsgebiet, hierunter 150 qkm See, in das Skagerrack. In der Nähe der Mündung liegt der 8 m hohe Aabyfos, bei welchem ein Wasserkraftwerk gemäfs Abb. 17 bis 19 Bl. 52 geplant ist. Die Gesamtanordnung ist derjenigen beim Evenstadfos ähnlich.

Das Stauwerk besteht aus einem hohen Steinkistenbau mit Nadelwehraufsatz. Aus dem Stauraum wird das Betriebswasser am linken Ufer durch einen kurzen Canal zu der Turbinenanlage geführt und fliefst nach Benutzung durch einen längeren tief ausgesprengten Unterwassercanal dem Flusse wieder zu.

e) Akerselv und Kristiania (Abb. 7 Bl. 53, Gebiet 5). In Kristiania mündet der Akerselv mit einem Niederschlagsgebiet von 204 qkm, darunter 13 qkm Seefläche. Der unterste und gröfste See ist das auf + 149 m liegende 3,6 qkm grofse Maridalsvand; dieses liegt 6 km von Kristiania entfernt. Auf dieser 6 km langen Strecke, die wegen der Nähe der Stadt wasserwirthschaftlich bedeutend ist (vgl. Seite 407), liegen hinter einander viele Fabriken mit Wasserkraft; sie haben sich zu einer Wassergenossenschaft vereinigt. Ueber die Erfolge und Pläne dieser Genossenschaft sind Seite 407 Mittheilungen gemacht worden.

Die Stadt Kristiania geht mit dem Plane um, ein grofses städtisches Wasserkraftwerk (Elektricitätswerk) zu bauen; die Form dieses Unternehmens ist noch nicht festgelegt. Hierauf bezieht sich die Abb. 4 Bl. 52, sowie Text-Abb. 4 (S. 390).

f) Mossfos (Abb. 7 Bl. 53, Gebiet 4). Südlich von Kristiania mündet bei der Stadt Mofs der Mossflufs mit 660 qkm Niederschlagsgebiet, darunter 48 qkm Seefläche. Der gröfste See, der 43,3 qkm grofse, auf + 24 m liegende und bereits regulirte Vandsjö, reicht bis nahe an die Meeresküste heran. Aus ihm stürzt das Wasser durch den 23 m hohen Mossfos fast bis in das Meer hinein. Dieser bestgelegene Wasserfall ist bereits in mehreren Fabriken benutzt; jedoch scheint eine erheblich bessere Ausnutzung möglich zu sein, namentlich, wenn man den Staudamm des Vandsjö noch vergröfsert.

g) Tistedalsfos (Abb. 7 Bl. 53, Gebiet 1). In Frederikshald, bei der südlichen Grenzspitze Norwegens, mündet der Tistedalsflufs mit 1500 qkm Niederschlagsgebiet, darunter 95 qkm Seefläche, in den Fjord. Hier reicht der auf + 78,5 m liegende Femsjö (10,8 qkm grofs) bis auf 3 km an die Fjordküste heran. Aus dem Femsjö fällt das Wasser durch den 66 m hohen Tistedalsfos hinunter. Die gegenwärtige Kraftausnutzung zerreifst den werthvollen Tistedalsfos in fünf oder sechs Höhenabschnitte, und es ist zweifellos, dafs eine einheitliche Ausnutzung des hohen Wasserfalles in Anbetracht der günstigen Seeverhältnisse und der günstigen Lage besonders lohnend sein würde. Auf der Oberkante des Tistedalsfos steht ein Nadelwehr; bis in den Stauspiegel desselben (+ 78,50 m) hinein reicht die Schiffahrt des zu den oberen Seen (+ 118 m) führenden älteren Dalslandcanals. Die Staustufen dieses Canals sind bis jetzt zu Kraftzwecken kaum benutzt. Eine dieser Staustufen in neuerer Form zeigt die Text-Abb. 0 S. 309. Der unterhalb des Tistedalsfos liegende Skaasingsfos ist mit 6 m Gefälle durch ein neues Kraftwerk ausgenutzt.

5. Die Wasserkräfte am Unterlauf des Glommen.

(Abb. 4 Bl. 52 und Abb. 7 Bl. 53, Gebiet 3.)

Es soll hier nur die Strecke unterhalb des Sees Oeieren in Betracht gezogen werden, die gegenwärtig als die bedeutungsvollste Wasserkraftstrecke angesehen werden darf. Die natürlichen Wasserverhältnisse, welche sich innerhalb dieser Strecke nur wenig ändern, sind Seite 385 eingehend besprochen. Der Glommen besitzt hier bereits annähernd sein volles Gebiet, nämlich 40 430 qkm; in Deutschland besitzen der Main 27 395 qkm, die Mosel 28 150 qkm, der Rhein bei Basel 35 848 qkm, die Weser 45 253 qkm.

Insbesondere sei nochmals betont, dafs die Wassermenge auf der gedachten Strecke nur in aufserordentlich seltenen Fällen unter 100 cbm/sec sinkt, dafs aber bei Ausführung der Seite 406 besprochenen Regulirung des Sees Mjösen die Niedrigwassermenge sich auf etwa 300 cbm/sec vergröfsert. Ueber die Flöfserei sind Seite 409 ff. Mittheilungen gemacht. Die Gefällverhältnisse der Strecke vom See Oeieren bis zum Unterwasser des Sarpsfos sind aus Abb. 3 Bl. 52 zu erkennen. Der Oeieren liegt auf etwa + 102 m über Meer. Unterhalb des Oeieren folgt eine 19 km lange Steilstrecke, in der sich das Wasser bis auf + 30 m, also um 72 m absenkt. Dieses Gefälle ist in einer Reihe von Wasserfällen und Stromschnellen vereint, welche sich alle zum Ausbau eignen. (Vgl. Abb. 3 Bl. 52 und Text-Abb. 4 S. 390.) Unterhalb der Steilstrecke folgt eine 30 km lange flache Flufserweiterung, die zwischen 30 und 29 m über Meer, also fast wagerecht liegt. Alsdann folgt der 22 m hohe Sarpsfos, dessen Unterwasser schon nahezu in Meereshöhe sich befindet. Von den Wasserfällen ist der Sarpsfos in sehr



Abb. 33. Stauwehr des Sees Oeieren. (Mörkfos.)

vollkommener Form ausgebaut; die Gefällgruppe beim Kykkelsrudfos ist gegenwärtig im Ausbau begriffen; in nähere Erwägung gezogen ist der Ausbau des Vamafos mit Trosvigfos, sowie des Solbergfos.

Für die Regulirung des Abflusses aus dem Oeieren ist auf der Oberkante des Mörkfos das in Text-Abb. 33 zu erkennende Nadelwehr eingerichtet (vgl. Seite 399).

Nachstehend sollen die Anlagen beim Kykkelsrudfos und beim Sarpsfos besprochen werden.

a) Wasserkraft beim Kykkelsrudfos[1])

(Abb. 12 bis 16 Bl. 52).

Das mit dem Winter 1899/1900 in Ausführung genommene grofse Unternehmen bezweckt die Kraftgewinnung mittels Vereinigung des Gefälles vom Unterwasser des Fossumfos bis zum Unterwasser des Hvervenfos; auf dieser Strecke beträgt das natürliche Spiegelgefälle 18,60 m (Abb. 3 Bl. 52), wovon auf den eigentlichen Kykkelsrudfos 8 m entfallen. Der Kykkelsrudfos allein (Abb. 3 Bl. 54) ist schon bisher durch eine am linken Ufer vorhandene Holzschleiferei ausgenutzt worden; diese gebraucht bis zu 30 cbm/sec. Die Gesellschaft „Glommens Traesliberi" in Kristiania, der die Holzschleiferei gehört, betreibt den Ausbau des grofsen Unter-

1) Vgl. hierzu die Notizen a) in der Elektrotechn. Zeitschrift 1899 Seite 773. b) im Prometheus 1899 Seite 206.

nehmenn; bei diesem ist noch die Firma Elektricitäts-Actiengesellschaft Schuckert u. Co. in Nürnberg betheiligt.

Die vorläufige Festlegung der Ausbauverhältnisse erfolgte durch einen gutachtlichen generellen Entwurf, der durch die Abb. 13 u. 14 Bl. 52 dargestellt ist. Hiernach ist zunächst die normale Betriebswassermenge auf 150 cbm/sec festgesetzt; diese Wassermenge wurde gemäfs Abb. 2 Bl. 52 im Mittel an nur 36 Tagen unterschritten. Im Laufe der 37 Beobachtungsjahre war die gröfste Trockenzeit im Winter 1875/76, in welchem die Gröfstzahl von 117 Tagen mit weniger als 150 cbm/sec entstand; dagegen hat in sieben einzelnen Jahren kein einziger Tag weniger als 150 cbm/sec gehabt. Das reine Nutzgefälle der Turbinen bei 150 cbm sec berechnete sich zu 18,75 m, wonach sich eine normale Nutzleistung von 28000 PS ergab. Diese Leistung wird daher im Mittel nur an 36 Tagen eines Jahres unterschritten. Das Nutzgefälle kann bei Hochwasser ganz ausnahmsweise, was aber seit dem Jahre 1860 nicht vorgekommen ist, auf 14,20 m sinken.

Die Bauwerkanlagen, durch welche diese Verhältnisse festgelegt werden, sind nach dem generellen Entwurf die folgenden (Abb. 13 u. 14 Bl. 52). Als Baustelle für das Stauwerk war die Oberkante des Kykkelsrudfos der durch die Ortsverhältnisse gewiesene Punkt: hier ist der Glommen günstigerweise in zwei Arme getheilt, zwischen welchen eine feste Felsinsel liegt. Das hier anzulegende Stauwerk, das bis zum Unterwasser des Fossumfos zurückstauen soll, besteht demgemäfs aus zwei getrennten Theilen. Da die eigentlichen Kraftanlagen am linken Ufer entstehen sollten, so lag ein Interesse vor, zum Schutz derselben die Hauptströmung, namentlich bei Hochwasser, durch die rechte Oeffnung zu führen. Daher wurde für die linke Oeffnung ein massiver, vorläufig hochwasserfrei gedachter Staudamm festgesetzt, der für gewöhnlich kein Wasser durchlassen sollte; für die rechte Oeffnung dagegen wurde ein eigentliches Ueberfallwehr vorgesehen, das gegebenenfalls einen beweglichen Aufsatz in Gestalt eines Nadelwehres erhalten sollte. Als Ausrüstung des Stauwerkes waren Grundablässe durch die Staumauer der linken Oeffnung, sowie durch die Insel hindurch in Aussicht genommen.

Die Leitung des Wassers soll durch zwei 900 m lange Kreistunnel von 7 m Durchmesser erfolgen. Das Einlafsbauwerk derselben wurde in die am linken Ufer beim Kykkelsrudfos vorhandene geschützte Bucht gelegt; unterhalb wurde eine grofse Umlaufanlage vorgesehen. Die im Gneismassiv auszusprengenden Tunnel sollten eine Wandbekleidung in Holz erhalten, oder bei entsprechend gröfserer Lichtweite mit nackten Felswänden verbleiben. Die Tunnel endigen in dem Vertheilungsbecken, welches durch Zudämmung einer vorhandenen Thalmulde mittels einer 10 m hohen Staumauer gebildet wird. Aus diesem Becken, das mit einem grofsen Geröllfang versehen ist, gelangt das Wasser durch eine gröfsere Zahl von Stollen, die den vorhandenen Felsrücken durchsetzen und in Rohre übergehen, zu den beim Unterwasser des Hvervenfos aufgestellten Turbinen. Eine andere Möglichkeit ist die Anlage der Turbinen am Fufse des Vertheilungsbeckens und Herstellung von Unterwassertunneln zur Verbindung mit dem Unterwasser des Hvervenfos.

Diese Festsetzungen haben, insbesondere mit Rücksicht auf die Flöfserei sowie die Bequemlichkeit der Ausführung, einige Abänderungen erfahren. Ebensolche dürften nothwendig werden mit Rücksicht darauf, dafs vielleicht demnächst das Niedrigwasser des Glommen auf 300 cbm/sec vergröfsert wird (Seite 406); in Voraussicht dessen ist neuerdings die zukünftige Kraftgröfse der Anlage auf $2 \cdot 28000 = 56000$ PS festgesetzt worden.

Im letzten Winter 1899/1900 ist mit der Ausführung des Stauwerkes in der linken Oeffnung begonnen worden, und zwar nach dem durch Abb. 12, 15, 16 Bl. 52 festgelegten, an Ort und Stelle bearbeiteten Einzelplan; der linksseitige Staudamm insbesondere ist auf Wunsch des Bauunternehmers an das untere Ende der Insel geschoben worden, weil dicht oberhalb beiderseits hohe Einbauten in Steinkistenbau vorhanden waren, welche die Herstellung des Fangedammes erleichterten. Das Nadelwehr in der rechten Oeffnung ist wegen der wilden Flöfserei vorläufig weggelassen, während andererseits bei höheren Wasserständen auch durch die linke Oeffnung ein Ueberstrurz erfolgen soll, um einem etwaigen



Abb. 34. Sarpsfos mit Brücke.

Anhäufen der Flofshölzer am Fufse der linken Oeffnung (infolge Rückströmung) wirksam zu begegnen.

Die Baukosten für die gesamte Anlage bei 28000 PS Ausnutzung sind auf 5 bis 6 Millionen Mark berechnet, d. h. für eine Nutz-Pferdekraft reichlich gerechnet 200 ℳ. Die Geldbeschaffung des Unternehmens ist noch nicht vollständig erreicht. Daher sei darauf hingewiesen, dafs sich hier infolge der günstigen Ortsverhältnisse eine vorzügliche Gelegenheit bietet für die wirthschaftliche Betheiligung ausländischen Capitals. Als Verwerthungsform der zu schaffenden grofsen Kräfte ist einstweilen Holz- und elektrochemisches Gewerbe, sowie Kraftabgabe nach den Küstenstädten Soon Moss usw., gegebenenfalls auch Kristiania, in Aussicht genommen; Kristiania ist in der Luftlinie 44 km entfernt. Die gewerbliche Verwerthung der Kraft fordert bequemen Anschlufs an die nächsten Verkehrslinien. Die Kraftstelle liegt nur 3,5 km von der nächsten Eisenbahnstation Ankim entfernt und kann mit dieser leicht durch ein Anschlufsgleis verbunden werden (Abb. 4 Bl. 52); Bauplätze für gewerbliche Anlagen sind auf den Plateaus neben der Kraftstelle vorhanden.

Bedeutungsvoller erscheint vielleicht die elektrische Uebertragung der Kraft an die Küste. Hier hat die Gesellschaft bei Soon zwei grofse Höfe Laxa und Tangen in schönster Lager



Abb. 35. Sarpsfos. Herstellung der Einlaufschleuse.

an dem vorzüglichen Sooner Hafen angekauft: auf diesen Geländen, die von der Kraftstelle 24 km entfernt sind und 40 ha Gröfse besitzen, könnten ausgedehnte industrielle Werke im Anschlufs an das Kraftwerk Kykkelsrud Platz finden.

Wasserkraft beim Sarpsfos (Stadt Sarpsborg).

(Abb. 5 bis 11 Bl. 52.)

Beim Sarpsfos, der einer der grofsartigsten Wasserfälle Norwegens ist, hat man in den letzten Jahren das grofse Wasserkraftwerk Hafslund (A.-G. Hafslund) gebaut, welches mit vorläufig 24000 PS die gröfste Wasserkraftanlage Europas ist. Zur allgemeinen Erläuterung dienen die Abb. 1 Bl. 54 und die Abb. 5 und 6 auf Bl. 52.

Ueber die 94 m lange Oberkante des Wasserfalles führt die mit drei Hauptöffnungen hergestellte gefällige Eisenbahn- und Strafsenbrücke (Text-Abb. 34). Bis zum Jahre 1896 bestanden zu beiden Seiten des Wasserfalles bereits Wasserkraftausnutzungen im Dienste der Holzindustrie, und zwar waren beiderseits nur etwa je 1000 PS nutzbar gemacht. Am rechten Ufer war, wie auch noch heute, wasserberechtigt eine englische Gesellschaft, am linken vor allem die A.-G. Hafslund. Am rechten Ufer erfolgt die Zuleitung des Wassers zu den früheren Anlagen durch zwei Felstunnel, die sich auf der Thalseite in einer langen hölzernen Vertheilungsrinne vereinigen; aus dieser geht das Wasser durch eiserne Rohrleitungen zu den auf dem Ufergelände zerstreut liegenden Einzelgebäuden. Die am linken Ufer gelegenen Werke benutzten das Wasser in mehreren Gefällstufen unter Verwendung von Felscanälen und langen Holzrinnen.



Abb. 36. Turbinenrohre in Hafslund.
(Bei der Dammmauer.)

Im October 1896 wurde am linken Ufer mit dem Bau des in Abb. 1 Bl. 54 zu erkennenden grofsen Kraftwerkes Hafslund begonnen, dessen Erläuterung der Zweck des Nachstehenden sein soll. Das Werk Hafslund ist mit einem Actiencapital von drei Millionen Kronen hergestellt; dieses Capital befindet sich zur Hälfte in norwegischen, zur anderen Hälfte in deutschen Händen, und zwar in denjenigen der Elektricitäts-Actiengesellschaft vorm. Schuckert u. Co., sowie der Continentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen in Nürnberg. Die Firma Schuckert hat den Entwurf ausgearbeitet.

Die in Aussicht genommene Normalleistung, erzeugt mit einem Normalgefälle von rund 18 m, beträgt 24000 PS.

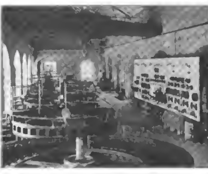


Abb. 37. Sarpsfos. Dynamoraum.

Diese kann neun Monate lang (April bis December) erreicht werden (Abb. 1 Bl. 52). In den drei Wintermonaten kann man in der Regel nur auf 15000 bis 18000 PS rechnen, ganz ausnahmsweise vorübergehend auf 11000 PS. Im Augenblick ist das Werk auf 17000 PS ausgebaut, nachdem die erste Ausbaustufe von etwa 7000 PS inzwischen bereits überholt worden ist. Die Abb. 1 Bl. 54 zeigt diese erste Ausbaustufe. Die erzeugte Kraft wird vor allem in einer in der Nähe entstandenen grofsen Carbidfabrik verbraucht, die auf eine Jahreserzeugung von 5000 t eingerichtet ist; es ist die erste Carbidfabrik in Norwegen. Sie ist durch ein 7 km langes elektrisches Bahnnetz mit der Eisenbahn, sowie dem 4 km unterhalb des Sarpsfos gelegenen Orte Sannesund verbunden; hier verfrachtet an einem neu erstellten Kai alle 14 Tage je ein Dampfer Carbid nach Hamburg und Stettin. Ferner wird die Kraft des Werkes flufsabwärts zu den hier vorhandenen Ziegeleien, sowie nach der Stadt Frederikstad elektrisch übertragen mit einer Hauptspannung von 5000 Volt. Da die beabsichtigte Kraft noch nicht vollständig ausgebaut ist, so ist auch hier die Möglichkeit geboten, dafs sich an der Küste bei Frederikstad industrielle Werke mit Kraftanschlufs an das Werk Hafslund einrichten (Abb. 4 Bl. 52). Gemäfs dem Vorstehenden ist das Werk unmittelbar als Elektricitätswerk zu betrachten.

Die technischen Einrichtungen des Werkes Hafslund bieten manches Bemerkenswerthe (Abb. 5 bis 11 Blatt 52). Am linken Ufer ist unter der 23 m breiten Brückenöffnung her ein 10 m breiter und 10 m tiefer Oberwassercanal von 240 m Länge in den Felsen eingesprengt: ein Stauwehr war nicht erforderlich. Hier bei der Oberkante des Wasserfalles kann die Wasserhöhe um mehr als 10 m schwanken, und das Hochwasser bis + 20,8 m steigen; daher wird eine grofse, jedoch im Weiterfliefsen schnell abfallende Hochwasserwelle in den Canal eintreten können, für welche nach der Wasserseite hin Ueberfälle auf + 22,0 m eingerichtet sind. Von dem weiterhin sich anschliefsenden Vertheilungsbecken sollen nun aber die sehr hohen Wasserstände ferngehalten werden, da hierdurch eine bedeutende Kostenersparnifs beim Bau erreicht werden konnte. Zu diesem Zweck ist in den Canal der in Abb. 10 u. 11 Bl. 52 dargestellte Schutzdamm eingebaut, der gleichzeitig etwa irrelaufende Flofshölzer fernhält. Dieser besitzt für den Wasserdurchflufs eine grofse Sohlenöffnung, die durch einen schrägliegenden Grobrechen eingeschnürt werden kann. Hierzu besteht der Rechen aus 40 cm hohen I-Eisen, die je 150 mm Abstand von einander haben; je drei dieser Balken sind zu einem Felde vereinigt, welches um ein oberes Charnier mittels eines Krahns gedreht und auf diese Art gehoben werden kann. Mit steigendem Hochwasser werden die Felder herunter gelassen; bei Niedrigwasser (im Winter) ist die Grundöffnung frei. Unterhalb des Schutzdammes liegt ein Geröllfang mit grofsem Grundablafswerk (Abb. 6 Bl. 52), sowie ein grofser Abschlufs für den Eintritt des Wassers in das Vertheilungsbecken (Text-Abb. 35). Das Vertheilungsbecken ist in den Felsen eingesprengt; es besitzt zur Flufsseite einen langen Ueberlauf und flufsabwärts einen hohen Abschlufsdamm (Abb. 9 Bl. 52.); zwischen diesen beiden Bauwerken ist in der Ecke eine Eisschleuse eingerichtet, die zum Ausspülen etwaiger Eisnadelbildungen in jeder Höhe geöffnet werden kann (vgl. S. 392). Sämtliche Aufsenmauern sind in Granitquadern mit Eisenverankerung ausgeführt. Die Schleusen haben elektrischen Antrieb.

Auf der Oberseite des Abschlufsdammes (Abb. 6 und 9 Bl. 52) sind durch Pfeiler sieben Kammern gebildet mit Feinrechen und Dammbalkenverschlufs. Aus diesen Kammern sollen sechs schmiedeeiserne Hauptrohre von je 3 m Durchmesser und ein Rohr von 1,60 m Durchmesser abzweigen; augenblicklich sind erst vier Hauptrohre ausgeführt (Text-Abb. 36 und Abb. 6 Bl. 52). Die Rohre haben 8 mm Wandstärke und sind einreihig genietet. Die Hauptrohre führen je 20 cbm/sec mit v = 3 m/sec.; sie sind auf Stützen in Cementmauerwerk freigelagert und haben wegen der vorhandenen Krümmungen keine besondere Längenausgleichvorrichtung. Die Rohre vertheilen sich gemäfs Abb. 6 auf je drei bezw. zwei Turbinen. Die Turbinenanlage umfafst gegenwärtig

6 Turbinen	zu	1400 PS	=	8400 PS
4	„	„ 2000 „	=	8000 „
2	„	„ 300 „	=	600 „
			zusammen	17000 PS.

Die mit elektrischer Regelung versehenen Turbinen sind von Riether u. Co. in Winterthur geliefert. Das neben dem Unterwasser gebaute Turbinengebäude mit Dynamoraum (Text-Abb. 37) ist im einzelnen aus Abb. 7 u. 8 Bl. 52 zu erkennen. Eine genauere Beschreibung des Werkes Hafslund findet sich in der Elektroteknisk Tidskrift, Kristiania 1899, Seite 380 ff.

Am rechten Ufer des Sarpsfos ist in der Zwischenzeit ebenfalls ein neues grofses Werk entstanden. (Betr. die Flöfsereieinrichtungen vergl. S. 410.)

6. Schweden, insbesondere Trollhättan.

Die jüngeren Bestrebungen zur Verwerthung der Wasserkräfte in Schweden sind nicht weniger lebhaft, als in Norwegen. Ein wesentlicher Unterschied dürfte bezüglich des Verwendungszweckes zwischen den beiden Ländern bestehen.



Abb. 38. Aufgegebene Kammer einer Schachtschleuse. Trollhättan-Fälle.

In Süd- und Mittelschweden spielt die chemische Industrie bei der Wasserkraftverwerthung eine grofse Rolle, z. B. die Herstellung von Kali, Natron, Chlorkalk. Ferner schafft der Erzreichthum des Landes besondere Arbeitsrichtungen. Namentlich handelt es sich um die Ausscheidung der unbrauchbaren Bestandtheile aus den Zink- und Kupfererzen mittels Wasserkraft. Grofse Wasserkraftwerke bestehen ferner bereits in Nordschweden in dem bekannten Eisengebiet. Hier sei nur auf die gröfste Wasserkraftmöglichkeit Schwedens, den Trollhättan (bei Göteborg), näher eingegangen. Die Wasserverhältnisse dieses Punktes sind Seite 386 besprochen worden.

Der Trollhättan (Abb. 26 Bl. 51) ist eine ungefähr 1,5 km lange Strecke von Wasserfällen und Stromschnellen mit einem Gesamtgefälle von 32,6 m im Laufe des für die Schiffahrt canalisirten Götaelv. Die Stelle liegt an der Haupteisenbahn, und

zwar 37 km nördlich der großen Stadt Göteborg und 10 km östlich der Meeresküste. Diese Verhältnisse sind zweifellos günstig. Die örtliche Lage geht aus Abb. 26 Bl. 51 hervor. Der Schiffahrtscanal, über welchen ein Aufsatz von Schlichting in der deutschen Bauzeitung 1890 Seite 41 besteht, liegt auf dem linken Ufer des Wasserfalles. Die Schiffe überwinden das Gefälle von 32,6 m dadurch, dafs sie durch den 2 km langen auf Oberwasserhöhe liegenden Bergcanal in den Akersee gelangen und von hier durch eine Reihe von theils älteren, theils neueren grofsartigen Schleusentreppen zum Unterwasser hinunter steigen und umgekehrt.[1]) Zur Kennzeichnung der Höhenverhältnisse dienen die Abb. 3 und 4 Blatt 55.

Das erforderliche Schleusungswasser hat nur geringe Menge; daher kann man annehmen, dafs auch das Niedrigwasser vollständig zur Gewinnung motorischer Kraft bereit steht. Das Niedrigwasser beträgt (gemäfs Seite 386) 188 cbm/sec, sodafs beim gegenwärtigen Niedrigwasser eine Nutzleistung von rund 61000 PS geschaffen werden könnte, und entsprechend bei Mittelwasser (512 cbm) 167000 PS. Statt dessen werden nun gegenwärtig höchstens 3000 — 5000 PS in einer Reihe von zerstreut liegenden, die Naturschönheit schmälernden Werken gewonnen. Eine Gruppe der Wasserfälle zeigt Abb. 3 Blatt 55. Die Gesamtausnutzung der Wasserkraft ist schon mehrfach sowohl seitens der schwedischen Regierung, wie seitens einzelner Körperschaften im Entwurf bearbeitet worden. Auch aus der Rheinprovinz sind z. Z. industrielle Kreise der Kraftgewinnung aus den Trollhättanfällen näher getreten. Bezüglich der Möglichkeit einer vollständigen Ausnutzung seien kurz einige Gedanken angedeutet:

Der vorhandene Bergcanal kann als Oberwassercanal berufen erscheinen. Er ist ungefähr bis zum Punkte E (Abb. 26 Bl. 51) mit 25 — 35 m Spiegelbreite in losem Boden hergestellt, könnte also wahrscheinlich billig erweitert werden. Von E aus würde es möglich sein, eine Leitungsverbindung mit dem Unterwasserspiegel beim alten Flottbergdamm herzustellen, gegebenenfalls zum Theil mit Unterwassertunnel. Hiernach würden infolge der grofsen Geschwindigkeit auf der Strecke bis E Schwierigkeiten für die Schiffahrt entstehen; diese liefsen sich durch elektrische Schleppung, bezw. durch einen Seitencanal beseitigen. Eine andere Möglichkeit könnte darin bestehen, dafs man die vor 150 Jahren ausgesprengten, aber schon damals aufgegebenen Kammern der Polhemschen Schachtschleusen in geeigneter Art benutzt; diese sind aus dem Lageplan Abb. 26 Bl. 51 zu erkennen (Ek, P u. Ek), sowie in Abb. 8 Bl. 53 im Längenschnitt. Dieser Längenschnitt enthält auch den z. Z. eingestürzten Flottbergdamm. Bei den beiden oberen Schleusen ist die Staustufe von 6,2 bezw. 16,6 m Höhe ohne weiteres vorhanden (Text-Abb. 38); bei der untersten Kammer müfste allerdings erst der Flottbergdamm wieder hergestellt werden. Diese letzte Möglichkeit (Polhem-Schleusen) zerreifst natürlich das ganze Gefälle in drei Stücke. Ob die Mafse der vorhandenen Felskammern und diejenigen ihrer Zu- und Ableitungen ausreichend sind, kann hier nicht näher untersucht werden.

[1]) In Abb. 26 Bl. 51 sind durch Versehen in den Schiffswegen gleich unterhalb des Akersees die Schleusen nicht angedeutet.

C. Die Wasserkraftverhältnisse im Alpengebiet.

1. Der natürliche Aufbau des Alpengebietes.

Für das Verständnifs der Wasserkraftverhältnisse des Alpengebietes im allgemeinen erscheint es besonders bedeutungsvoll, den äufseren Aufbau des Geländes in Bezug auf den vorliegenden Fall zu untersuchen. Dieser Untersuchung soll die Text-Abb. 39 zu Grunde gelegt werden; diese stellt einen südnördlichen Schnitt durch das Alpengebiet dar, wie er sich etwa im Mittel in der Schweiz ergiebt von der von SW. nach NO. ziehenden Wasserscheide der Alpenkette aus nördlich bis zum Rheinbett oberhalb Basels. Die Gesamtbreite dieses Schnittes, welche etwa 100 km im Mittel betragen mag, zerfällt in zwei aufeinander folgende und unter sich gänzlich verschiedene Gebiete. Auf der Grenze dieser beiden Gebiete liegt der von Südwesten nach Nordosten sich erstreckende Geländestreifen, der als ideelle Aufbaustufe die nördlich der Alpen gegenwärtig bestehenden grofsen Seen im wesentlichen enthält. Diese Seenstufe ist im Bereich der Schweiz besonders deutlich ausgeprägt; jedoch läfst sie sich auch östlich derselben im Sinne der Text-Abb. 30 sehr gut nachweisen. In der Schweiz liegen die Seen der gedachten Stufe meistens auf + 400 bis 500 m Spiegelhöhe über Meer, im Mittel etwa auf + 450 m, wobei im einzelnen für die wichtigsten Seen die folgenden Zahlen gelten:

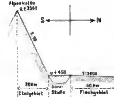


Abb. 39. Mittlerer Schnitt durch den Nordabhang der Alpen.

Genfer See	+ 372 m
Neuchateler See	+ 435 „
Thuner See	+ 560 „
Vierwaldstädter See . . .	+ 437 „
Züricher See	+ 409 „
Bodensee	+ 395 „

Oberhalb der Seen der gedachten grofsen Stufe liegt nach Süden das Steilgebiet der nördlichen Abdachung der Alpenkette. Dieses Steilgebiet reicht von den Seen aus im allgemeinen bis 3000 — 4000 m, im Mittel etwa bis + 3500 m über Meereshöhe empor und besitzt hierbei eine Breitenausdehnung von nur 20 bis 40 km, im Mittel etwa 30 km (s. Text-Abb. 39). Demgemäfs ergiebt sich als mittleres Gefällverhältnifs des genannten Steilgebietes der Werth

$$(3500 - 450) : 30000 = \text{etwa } 1 : 10,$$

d. h. das Gefälle ist hier aufserordentlich grofs.

Unterhalb der Seenstufe baut sich dagegen bezüglich der äufseren Gefällverhältnisse das Gelände plötzlich ganz anders auf. Die Höhenlage des Rheinthales zwischen dem Bodensee und Basel kann nördlich vom Vierwaldstädter See auf etwa + 300 m angenommen werden. (Basel + 265, Unterwasser des Schaffhausener Wasserfalles + 360). Die Entfernung von der Seenstufe bis zum Rheinthal beträgt im Mittel etwa 50 km. Daher ergiebt sich als Gefällverhältnifs des Flachgebietes: (450 — 300) : 50000 = etwa 1 : 3000, d. h. das Gefälle ist im Bereich des Flachgebietes im Mittel nicht besonders grofs.

Für die Beurtheilung der Wasserkraftverhältnisse kommen vor allem die Thäler in Betracht, die nach Norden hin die Entwässerung der beiden Gebiete vollziehen. Diese Thäler zeigen naturgemäfs im Steilgebiet grofses, im Flachgebiet kleines mittleres Gefälle. Bei genauerer Betrachtung erscheint die Annahme berechtigt, dafs diese Thäler früher Stufenthäler gewesen sind in dem im Abschnitt A erläuterten Sinne. Aufser den eben besprochenen noch heute bestehenden Seen sind zweifellos früher sowohl oberhalb, wie unterhalb noch viele natürliche Seestauungen vorhanden gewesen, wie sich an zahlreichen Stellen nachweisen läfst. Insbesondere in den Thälern des Flachgebietes ist diese Nachwirkung früherer Stufenbildung von wirthschaftlichem Werth; sie hat zur Folge, dafs diese Thäler, auch dasjenige des Rheines, heute noch örtliche Stromschnellen („Gewilde") mit starkem Gefälle aufweisen. An solchen Stellen erscheint die Felsbarre, welche früher den Stau bildete, heute in abgeschliffener Form, sie bildet in der Regel den geeigneten Platz für die Herstellung des künstlichen Stauwerkes. Als noch bestehende eigentliche Wasserfallbildung findet man in dem Flachgebiet vereinzelt u. a. den Rheinfall bei Schaffhausen. Eine ebenfalls heute noch deutlich ausgeprägte Thalstufe ist beispielsweise das Gewild bei Rheinfelden (s. unter III), dessen Felsbarre oberhalb im Rheinbett den sogenannten Beugger See bildet. Auch in dem Steilgebiet kommen vereinzelt noch eigentliche Hochseen und mächtigere Wasserfälle vor, z. B. im Thal der Gasteiner Ache (s. unter III) der auf + 1850 m gelegene Bockhardt-See und der Lender Wasserfall (s. unter III).

Im vorstehenden war nur von demjenigen Gebiete die Rede, welches sich nördlich der Alpenkette befindet (Text-Abb. 39). Der Geländeaufbau nach Süden ist ein durchaus ähnlicher: auch hier finden wir die kennzeichnende Stufe, deren Seen wesentlich auf der Grenze zwischen Italien und der Schweiz liegen; die Höhenlage der Seen ist jedoch niedriger, als auf dem Nordhang, wie die folgenden Zahlen zeigen:

Maggiore-See	+ 197 m
Comer See	+ 199 „
Luganer See	+ 271 „

Die erläuterte Form des Geländeaufbaues hat zur Folge, dafs durchgreifende Unterschiede bestehen zwischen den Wasserkraftverhältnissen einerseits in den Wasserläufen des oberhalb der Seen gelegenen Steilgebietes, anderseits des unterhalb gelegenen Flachgebietes.

In erster Linie finden wir einen grofsen Unterschied bezüglich der Gröfse der Nutzgefälle, welche in den beiderseitigen Gebieten hergestellt werden können; bei der Prüfung der heute bestehenden zahlreichen Kraftwerke gelangt man bald zu dem Ergebnifs, dafs die Werke oberhalb der Seenstufe fast sämtlich ausgesprochene **Hochdruckwerke** sind, die unterhalb gelegenen dagegen gleicherweise **Niederdruckwerke**. Ein allmählicher Uebergang ist nicht vorhanden. Unter den nachstehend beschriebenen Kraftanlagen, die das Gesagte bestätigen, zeigen die Hochdruckwerke Nutzgefälle in der Gröfse von etwa 50 m bis zum Höchstwerth von 550 m, die Niederdruckwerke Gefälle von etwa 2 bis 12 m. Mittelgrofse Nutzgefälle von etwa 20 bis 40 m, wie solche in Skandinavien besonders häufig vorkommen, scheinen den Verhältnissen des Alpengebietes im allgemeinen nicht zu entsprechen.

Ein anderer wichtiger Unterschied dürfte zwischen dem Steilgebiet und dem Flachgebiet bezüglich des natürlichen Ausgleiches der Wassermengen bestehen. Die Thäler des Steilgebietes haben sehr grofses Gefälle und besitzen vollständig die Eigenschaften der Wildthäler, insbesondere bezüglich der Geschiebebewegung. Das starke Gefälle läfst die Wassermengen sehr schnell thalabwärts gelangen, soweit sie nicht durch die als Ausgleicher wirkenden Gletschergebiete vorläufig zurückgehalten werden. Demgegenüber besitzen die Thäler des Flachgebietes viel geringeres Gefälle, und für sie treten als besonders wirksame Ausgleicher die grofsen Seen hinzu. Daher ist der Wasserausgleich unterhalb der Seen jedenfalls günstiger, als oberhalb.

II. Die Wasserkraftgewinnung und ihre Technik im allgemeinen.

1. Allgemeines und Verwendungsform.

Die Wasserkraftverwerthung im Alpengebiet hat sich insbesondere in den letzten zehn Jahren mit grofser Lebhaftigkeit und sehr bedeutsam entwickelt, ohne Zweifel bedeutsamer, als bisher in Skandinavien. Diese Entwicklung äufsert sich namentlich in folgenden Punkten. Zunächst ist die Anzahl der gegenwärtig bestehenden grofsen Wasserkraftwerke eine ganz erhebliche; eine vorzügliche Uebersicht über die grofse Zahl der Werke bietet u. a. die Karte der Schweiz, welche diesbezüglich im Elektricitätspalast der Pariser Weltausstellung ausgehängt ist und im einzelnen durch die an der nämlichen Stelle, sowie auch an anderen Punkten der Ausstellung ausgehängten Sonderpläne erläutert wird. Ferner ist hervorzuheben, dafs die Ausführung der Kraftwerke mit allen Vollkommenheiten erfolgt; man hat in kurzer Zeit eine grofse Menge werthvoller Sondererfahrungen gesammelt.

Die Gröfse der einzelnen Kraftanlagen ist der Regel nach sehr bedeutend; als die vorläufig gröfsten Einzelwerke seien angeführt:

Kraftwerk Lyon an der Rhone	20000 PS
„ Rheinfelden am Rhein . . .	16800 „
„ Chèvres bei Genf an der Rhone	12000 „

Diese drei grofsen Werke liegen unterhalb der Seenstufe.

Ueber die Verwendung der ausgenutzten Wasserkräfte ist zunächst zu sagen, dafs man bezüglich der Eintheilung auf S. 381 sowohl **Ortswerke**, wie **Uebertragungswerke** vorfindet. Die weitaus meisten Werke, und zwar gerade die jüngeren, sind aber Uebertragungswerke, bei welchen die örtlich geschaffene Wasserkraft von der Gewinnungsstelle aus im Umkreis, bezw. nach einer bestimmten Richtung hin übertragen und der Regel nach über ein bestimmtes Gebiet vertheilt wird zur Erzeugung von Kraft und Licht. Die Uebertragung erfolgt ihrerseits entsprechend der heutigen Arbeitsrichtung fast ausschliefslich durch Elektricität; es kommen Leitungslängen von 40 km und mehr vor, wobei meistens oberirdische Hauptleitungen mit hohen Spannungen benutzt werden, gewöhnlich mit 4000 bis 5000 Volt, jedoch auch beispielsweise mit 14000 bis 15000 Volt. Umgekehrt giebt es heute im Alpengebiet nur ganz wenige Elektricitätswerke, die nicht durch Wasserkraft betrieben werden. Die so entstandene Gattung der „Wasserkraft-Elektricitätswerke mit Energievertheilung" giebt dem Alpengebiet, namentlich der Schweiz, heutzutage ein ganz besonderes technisches Gepräge. Die Anlagen dieser Art werden der Regel nach entweder

von Städten und Gemeinden, oder von Gesellschaften zur Ausführung gebracht. In anderer Form erfolgt die Uebertragung der Kraft in einigen wenigen, jedoch interessanten Fällen durch Druckwasser (in Genf und in Horgen). Uebertragung durch Druckluft kommt auch vor, ist aber ohne Belang.

Als Verwendungszwecke der **Ortswerke** verdienen u. a. besonders erwähnt zu werden die Trinkwasserversorgung und die neuere elektrochemische Industrie.

Eine beiseite stehende Verwendungsform der Wasserkraft soll hier kurz Erwähnung finden, nämlich diejenige Art der Wasserkraftbenutzung, die bei einigen Seilbahnen zur Anwendung gelangt, z. B. bei der Seilbahn zum Polytechnikum in Zürich und bei der Gütschbahn in Luzern; hierbei zieht der bergab fahrende Wagen, dessen Hohlkasten am oberen Ende der geneigten Bahn mit Wasser gefüllt worden ist, den durch das Seil mit ihm verbundenen zweiten Wagen in die Höhe. Diese Seilbahnen sind vorweggenommen, weil im nachstehenden nur die Verwerthung durch eigentliche Kraftmaschinen berücksichtigt wird.

Als bestehende Interessengebiete sind bei dem Ausbau der Wasserkräfte im Alpengebiet in manchen Fällen die Flöfserei und die Fischerei zu berücksichtigen; alsdann werden in Verbindung mit dem Stauwerk Fischpässe und Flofsrinnen angelegt, wobei z. B. beim Kraftwerk Wynau das gröfste bestehende Trommelwehr mit 15 m Weite als Abschlufs der Flofsrinne entstanden ist. Schiffahrt ist äufserst selten einmal zu berücksichtigen; beispielsweise ist beim Rheinfeldener Kraftwerk eine kleine Kahnschleuse ausgeführt worden.

2. Die Nutzwassermengen.

Die in den grofsen Wasserläufen unterhalb der Seen verfügbaren Wassermengen sind einerseits gut ausgeglichen, anderseits ist ihre Menge, insbesondere auch bei Niedrigwasser, verhältnifsmäfsig grofs. Beispielsweise hat das gröfste einheitliche Flufsgebiet der Alpen, nämlich das des Rheins, bei Basel eine Gröfse von 35 848 qkm; hier beträgt das Niedrigwasser im allgemeinen nicht weniger als 300 cbm/sec. Auch in den Hauptthälern oberhalb der Seenstufe stehen bei den vorkommenden Wasserkraftwerken in der Regel erhebliche Wassermengen zur Verfügung, da diese Werke naturgemäfs nicht in den allerhöchsten Höhen angelegt werden. Indem in fast allen diesen Fällen der Wasserablauf in seiner natürlichen Schwankung belassen wird, entsteht die Frage, für welche Wassermenge das Kraftwerk eingerichtet werden soll. Hierbei pflegt man im Interesse der dauernden Gleichheit der Wasserkraft das kleinste Wasser als normale Betriebsmenge zu Grunde zu legen, oder aber nur wenig mehr. Trotzdem werden infolge der gröfseren Gefälle oberhalb der Seen und der gröfseren Wassermenge unterhalb derselben im allgemeinen grofse Kraftmengen gewonnen. Für die Niederdruckwerke kommt hierbei in Betracht, dafs günstigerweise bei Niedrigwasser das Gefälle am gröfsten ist.

Entgegen den Verhältnissen in Skandinavien ist weiter zu bemerken, dafs Einrichtungen zum künstlichen Ausgleich des Wassers im Alpengebiet sehr selten vorkommen. In Uebereinstimmung mit bezüglichen Ausführungen und Entwürfen werden künstliche Sammelbecken im allgemeinen nur für diejenigen Flufsgebiete des Alpengebietes in Betracht kommen, die weniger umfangreich sind und nicht in die gröfseren Höhen hineinreichen. Als Beispiele hierfür seien die Ausführungen bezw. Entwürfe von Sammelbecken im Gebiet der Sihl beim Züricher See angeführt (s. unter III). Unter verwandten Verhältnissen bestehen auch die Sammelbecken in den Thälern der Vogesen im Elsafs, von denen bei der Studienreise einige besichtigt wurden. Ein Entwurf anderer Art ist die unter hiervon ganz verschiedenen Verhältnissen geplante Regulirung des Bockhardt-Sees bei Gastein (s. unter III).

Kleinere Sammelbecken, insbesondere zur Festhaltung des Nachtwassers für den nächsten Tag, kommen an mehreren Stellen vor (z. B. in Bellinzona, in Davos, als Stollen im Val de Travers).

3. Baustoffe und Bauausführung.

Bezüglich der Einzeltheile der Bauanlage eines Wasserkraftwerkes sei auf das Seite 398 Gesagte verwiesen mit dem Hinzusetzen, dafs lediglich die dort gemachte Voraussetzung eines eigentlichen Stufenthales für das Alpengebiet gar nicht, oder nur unvollkommen zutrifft. Die für die Wasserkraftanlagen erforderlichen Massivkörper werden im Alpengebiet immer in Mauerwerk ausgeführt, und zwar, soweit es sich um Tief- und Wasserbauten handelt, fast ausschliefslich in Beton. Dementsprechend hat sich die Betontechnik zu einer bedeutenden Höhe entwickelt. Als Zuschlag zum Cement wird für den Beton manchmal nur Sand genommen, meist allerdings Steine und Sand; im letzteren Falle mufs gegebenenfalls der Sand durch Zerkleinerung von harten Natursteinen gewonnen werden.

Aehnlich, wie in Skandinavien, ist auch im Alpengebiet der Winter der Regel nach die geeignete Zeit für die Ausführung von Wasserbauten im Flufsbereich, da wegen des Hochgebirgscharakters im Winter die niedrigsten Wasserstände eintreten. Damit hierbei der Beton durch den Frost nicht beschädigt wird, wendet man geeignete Schutzmittel an, wobei als häufigstes Mittel der Zusatz von Salz zum Beton zu nennen ist. Die aufgehenden Mauerwerktheile werden fast ausnahmslos in Schichtenmauerung hergestellt, z. B. die Turbinengebäude von der Flurhöhe an aufwärts.

Die im strömenden Wasser liegenden Betonkörper, insbesondere die Wehrrücken und Absturzböden, sind heftigen Angriffen ausgesetzt, namentlich dem Anprall fester Körper, wie Treibholz, Eisschollen usw. Daher werden diese Stellen sehr häufig mit einer schützenden und im einzelnen leicht zu erneuernden Holzdecke versehen. Dieses Bauverfahren ist zweifellos aufserordentlich zweckmäfsig, insbesondere in Anbetracht der Elasticität des Holzes gegenüber der Sprödigkeit des Betons.

Neben dem Beton bezw. Mauerwerk nimmt das Eisen, vor allem das Schmiedeeisen, als Baustoff für die bautechnischen Abschnitte eine wichtige Stelle ein, insbesondere für die Druckrohre und die grofsen beweglichen Stauwehre und Abschlüsse. Dagegen besitzt das Holz als Baustoff nur eine untergeordnete Bedeutung, am meisten vielleicht noch für die hölzernen Abschlufsschützen.

4. Das Stauwerk.

Bei den Hochdruckwerken wird das Stauwerk regelmäfsig an das obere Ende der Ausbaustrecke gelegt (an die Stelle A der Text-Abb. 7 S. 398). Daher kommen hohe Ueberstunz-Staudämme, wie in Norwegen, in diesen Fällen nicht vor. Das

Stauwehr ist im Gegentheil immer nur niedrig und zwar wesentlich nur so hoch, dafs genügende Wassertiefe für den Canaleinlauf geschaffen wird; es besteht der Regel nach aus einem festen Massivkörper ohne beweglichen Aufsatz. Bei den Niederdruckwerken des Flachgebietes wird im Gegensatz hierzu das Stauwerk gewöhnlich als bewegliches Wehr hergestellt, dessen Aufstau den gröfseren Theil des Nutzgefälles auszumachen pflegt; bezüglich der Lage des Stauwerkes zwischen den Punkten A und B der Text-Abb. 7 gelangen hierbei alle Möglichkeiten zur Anwendung. Die in diesen Fällen vorkommenden beweglichen Wehre zeigen entsprechend der erheblichen Gesamtgröfse der Werke meist aufserordentlich interessante Constructionen (z. B. die Wehre in Chèvres, Genf und Wynau). Bemerkenswerth ist, dafs die zwei Werke Zufikon-Bremgarten und Rathausen die meiste Zeit ohne Stauwehr arbeiten: die vorhandenen niedrigen Wehrklappen, welche genau genug auf die Höhe der Flufssohle aufgesetzt sind, werden nur bei Niedrigwasser aufgerichtet.

5. Die Wasserleitung.

Gemäfs den Erläuterungen zu Text-Abb. 7 (S. 398) kann die Maschinenanlage an jedem Punkte zwischen dem Stauwerk und dem Punkte B stehen; diesbezüglich findet man bei den Kraftwerken des Alpengebietes die mannigfachsten Anwendungen.

Als Zuleitungen (Text-Abb. 7) kommen sowohl offene Canäle (d. h. Canäle mit freiem Spiegel), wie Druckleitungen vor. Unter den vorkommenden offenen Canälen in dieser Auffassung besitzen insbesondere die Stollenbauten infolge ihrer häufigen Anwendung eine grofse Bedeutung; namentlich in festem Gebirge werden sie den nicht überdeckten Leitungen sehr gern vorgezogen. Die weniger grofsen, z. B. 4 bis 6 m breiten offenen Canäle werden, soweit sie nicht Gebirgsstollen sind, meistens in Sohle und Wandungen in Beton hergestellt. Hiervon mufs man natürlich bei grofsen Abmessungen Abstand nehmen; diesbezüglich mag als offener Canal besonderer Gröfse der 50 m breite und etwa 1000 m lange Oberwasser-Canal in Rheinfelden erwähnt sein, welcher bis zu 540 cbm/sec führen soll.

Als Druckleitungen kommen in erster Linie eiserne — meist schmiedeeiserne — Druckrohre vor in mannigfacher Anordnung. Ihre Abmessungen bleiben im allgemeinen hinter denjenigen der norwegischen Ausführungen zurück; die weitesten eisernen Rohre dürften diejenigen in Neuhausen sein mit 2,5 m Durchmesser. Neuerdings werden auch Schächte im Felsgebirge mit betonirten Wänden als Druckleitungen angewandt (z. B. in Meran und Lend) mit einer gröfsten Innenspannung von etwa 7 Atm. bei 3,0 m lichtem Durchmesser.

Die Fliefsgeschwindigkeit in den Leitungen der beschriebenen Art steigt bis zu etwa 2,3 m/sec.

Betreffend die Untergräben, welche der Regel nach in grofser Ausdehnung nicht vorkommen, gilt das nämliche, was vorstehend über die offenen Canäle gesagt ist.

6. Die Ausrüstungen des Oberwassercanals.

Von ganz besonderer Wichtigkeit sind die Ausrüstungen des Zuleitungscanals, welche bezwecken, das Wasser in einer möglichst betriebssicheren Beschaffenheit der Maschinenanlage (insbesondere den Turbinen) zuzuführen. Hierher gehören aufser den erforderlichen Abschlufswerken die Einrichtungen:

a) zur Reinigung des Wassers von fremden Gegenständen: von schwimmenden Sachen (Holz, Laub, Eisschollen), unter Wasser treibenden Sachen (z. B. Eiskörper) und Sinkstoffen, die sich auf der Sohle bewegen;

b) zur Entlastung des Canals von Wasser mittels geeigneter Ueberfälle und zur Vermeidung schädlicher Drucksteigerung in den Druckrohren und bei den Turbinen.

Die hierzu vorgesehenen Einrichtungen findet man im wesentlichen bei zwei Bauwerkgruppen vereinigt, nämlich:

a) beim Einlafsbauwerk, durch welches hindurch das Triebwasser oberhalb des Stauwerkes den natürlichen Wasserweg verläfst und in die Leitung eintritt;

b) beim Wasserschlofs, d. i. bei der Wasserkammer am unteren Ende der offenen Leitung, oder am oberen Ende der Druckleitung.

Aufserdem gelangen die gedachten Einrichtungen nach Bedarf noch an anderen Punkten der Zuleitung zur Anwendung, z. B. beim Beginn einer überdeckten oder getunnelten Leitungsstrecke. Hierbei ist in Betracht zu ziehen, dafs namentlich bei offenen Leitungen auch unterwegs noch Verunreinigungen hinzutreten können. Inwieweit im Einzelfalle das Einlafsbauwerk und das Wasserschlofs selbständig und deutlich ausgeprägt sind, hängt von den Verhältnissen ab.

Zunächst möge hier besonders hervorgehoben werden, dafs man gerade dasjenige Arbeitsgebiet, welches sich mit den Einrichtungen für die angegebenen Zwecke befafst, heutzutage mit ganz besonderer Peinlichkeit und Gründlichkeit studirt und behandelt; das ist sehr gerechtfertigt. Im einzelnen gilt folgendes:

Ein Hauptabschlufswerk wird als Schützenanlage am oberen Ende der Leitung angelegt; andere Abschlüsse im Zuge der Leitung werden nach Bedarf im Entwurf vorgesehen. Bei den vollkommenen Anlagen der jüngeren Zeit hat man besonderen Werth darauf gelegt, dafs sich der Abschlufs möglichst in jeder beliebigen Höhenlage für den Durchflufs des Triebwassers öffnen läfst: in der Höhe des Wasserspiegels, auf der Sohle und in jeder Zwischenhöhe. Diese Einrichtung ist sehr zweckmäfsig und gestattet in sich selbst schon, die jeweilig auftretenden Fremdkörper zurückzuhalten. Dieser Zurückhaltung dienen aber namentlich die erwähnten besonderen Einrichtungen. Die Sinkstoffe werden hierbei in den Kiesfallen gefangen, d. h. in örtlichen Vertiefungen der Sohle, oder vor örtlichen Sohlenstufen. Die Zurückhaltung schwimmender Gegenstände erfolgt in einfachen Fällen durch eine in das Wasser von oben her eintauchende Wand, meistens aber durch Rechen. Hierbei steht in der Regel beim Einlafsbauwerk, möglichst weit zum Flufsbett hin, ein Grobrechen, beim Wasserschlofs oder dicht oberhalb der Turbinen ein Feinrechen. Der Grobrechen besteht häufig aus Holzstämmen mit gröfseren Lücken, der Feinrechen stets aus hochkantigen Flacheisen mit kleinen Lücken. Neuerdings geht man dazu über, noch häufigere Rechen anzuwenden; indem man hierbei bei dem in der Fliefsrichtung folgenden Rechen die Stablücken stetig enger macht, als beim vorhergehenden Rechen, glaubt man derart ein Mittel gefunden zu haben, um die Verstopfung der Rechen möglichst sicher zu verhüten. (Vgl. hierzu unter III das Kraftwerk Meran und die Brennerwerke.)

Die solcherweise zurückgehaltenen Schwimmkörper und Sinkstoffe müssen auf möglichst bequeme und sichere Art ent-

fernt werden können. Hierzu sind Freispüleinrichtungen vorzusehen. Bei dem Aufsenrechen des Einlafsbauwerkes kann man durch passend gewählte Verhältnisse dafür sorgen, dafs sich der Rechen selbstthätig freispült (vgl. z. B. unter III, Meran). Im übrigen werden geeignete Spülschleusen — meist mit Schützen — vorgesehen. Diese sind der Regel nach Grundschleusen zum Ausspülen der Sinkstoffe, sowie zur Freigabe von Wasser. Es dürfte zweckmäfsig sein, unter passender Beziehung zum Rechen diese Freischleusen ebenso, wie oben betreffend die Einlafsschützen gesagt wurde, derart einzurichten, dafs in jeder Tiefenlage unter Wasser gespült werden kann; man vermag dann u. a. auch gewissen Eisgefahren zu begegnen, wie dies z. B. beim Werke Hafslund in Norwegen (s. Seite 547) vorgesehen werden ist.

Die in Skandinavien sehr beliebten Schwimmbalkenwerke zum Zurückhalten treibender Gegenstände werden im Alpengebiete kaum angewandt; ihre Verwendung dürfte aber empfehlenswerth erscheinen, wenn auch zugegeben werden mag, dafs diese Schwimmbalken in Skandinavien wegen der Flöfserei gröfsere Bedeutung haben.

Die Entlastung der Leitung von Wasser wird einerseits dann erforderlich, wenn zu viel Wasser in die Leitung hineintritt, anderseits dann, wenn der Wasserverbrauch der Maschinenanlage bei erforderlichem plötzlichen Schlufs der Maschinen augenblicklich vermindert und ein Auflaufen des Wassers erzeugt wird. Zur Entlastung dienen bei den offenen Leitungsstrecken seitliche Ueberfallwehre: in erster Linie beim Einlafsbauwerk sowie beim Wasserschlofs bezw. oberhalb der Turbinen, ferner aber, namentlich bei langen Leitungen, an anderen geeigneten Zwischenpunkten. Es mufs als zweckmäfsig anerkannt werden, dafs bei den vorhandenen Ausführungen diese Ueberfälle durchweg eine grofse Länge besitzen: dies hat zur Folge, dafs nur geringe Hebungen des Wasserspiegels an der betreffenden Stelle eintreten. Im nämlichen Sinne erscheint es zweckmäfsig, die Grundfläche des Wasserschlosses recht grofs anzulegen.

Schwieriger gestaltet sich die Frage der Entlastung bei den Druckleitungen der Hochdruckwerke; die Schwierigkeit ist um so gröfser, je länger die Druckleitung ist. Werden die Turbinen am Ende einer langen geschlossenen Druckleitung alle oder theilweise plötzlich geschlossen, so entsteht naturgemäfs eine unter Umständen erhebliche und gefahrbringende Druckvermehrung, gefährlich für die Druckleitung, sowie für die Turbinen. Diese Gefahr sucht man meistens durch selbstthätige kataraktartige Druckregler bei den Turbinen zu beseitigen. In besonders interessanter Form ist jedoch diese Frage bei dem Sihlwerke (s. unter III) mittels eines eisernen Steigschachtes gelöst, welcher so nahe an die Turbinen herangerückt ist, wie die Oertlichkeit es gestattet. Bei kurzen Druckleitungen liegt das offene Wasserschlofs nicht weit oberhalb der Turbinen; daher ist hier die Gefahr meistens unbedeutend.

7. Das Maschinengebäude und die Maschinenanlage.

Als Kraftmaschinen scheiden im Alpengebiet die Wasserräder vollständig aus; wesentlich kommen nur Turbinen zur Anwendung. Die Gesamtanlage der Turbinen und des Turbinenhauses ist eine sehr verschiedene, je nachdem ein Hochdruckwerk oder ein Niederdruckwerk vorliegt.

Bei den Niederdruckwerken endigt regelmäfsig der offene Zuleitungscanal als gröfseres Vertheilungsbecken hinter dem Turbinenhause. Das Vertheilungsbecken besitzt die Ausrüstungstheile, welche Seite 556 als zu einem Wasserschlofs gehörend angegeben wurden. Aus dem Becken tritt das Wasser gewöhnlich mit freiem Spiegel in die einzelnen Turbinenkammern, die in Beton hergestellt sind und den Unterbau des Turbinenhauses bilden; in diesen gemauerten Kammern, welche als Zwischenräume zwischen starken Pfeilern erscheinen, stehen die Turbinen mit senkrechter Achse. Meistens geht das Bestreben dahin, trotz des niedrigen Druckes in der einzelnen Turbine grofse Kraft zu erzeugen, z. B. bei dem Kraftwerk Chèvres mit einem Gefälle von 4,50 bis 8,50 m eine Kraft von 800 bis 1200 PS. Daher müssen in einer Secunde sehr grofse Wassermengen durch die Kammer und durch die Turbine hindurchfliefsen, bei dem genannten Beispiel bis zu 18 cbm/sec. In Fällen dieser Art entstehen hiernach schwierige und umfangreiche Constructionen der einzelnen Turbine mit grofsen Abmessungen, und dementsprechend nimmt der gemauerte Unterbau ungewöhnliche und schwierige Verhältnisse an, namentlich bezüglich der räumlichen Ausdehnung (vgl. z. B. Abb. 2 und 16 Bl. 56).

Von Interesse sind die Abschlufsvorrichtungen, die unter Berücksichtigung der grofsen Abmessungen für die einzelnen Turbinenkammern entworfen werden. In erster Linie werden Dammbalkenfalze (meist doppelte) sowohl beim Oberwasser, wie beim Unterwasser in den seitlichen Pfeilerflächen vorgesehen. Als Hauptverschlüsse der einzelnen Kammer erscheinen aufserdem an der Oberwasserseite Constructionen von verschiedener Art. Bei nicht zu grofser Kammerweite werden einfache oder doppelte senkrechte Zugschützen angewandt. Ferner baut man bei etwa 4 bis 6 m Lichtweite der Kammer heute mit besonderer Vorliebe grofse eiserne Drehschützen, je zwei für eine Kammer neben einander, mit senkrechter Drehachse (z. B. Abb. 11, 16, 17 Bl. 56). Diese Drehschützen, die sehr dicht schliefsend hergestellt werden können, bieten grofse Vortheile bezüglich der Leichtigkeit der Bedienung. Nach derselben Richtung ist beim Kraftwerk Chèvres vereinzelt ein bemerkenswerthes eisernes Cylinderschütz mit wagerechter Drehachse angewandt (Abb. 2 Bl. 56). Der Antrieb der genannten Verschlufswerke erfolgt bei den meisten Ausführungen auf elektrischem Wege.

Viel einfacher erscheinen in der Bauanlage die Maschinengebäude der Hochdruckwerke, insbesondere deswegen, weil die zuzuführende Wassermenge vergleichsweise klein ist, im Grenzfalle bei den beschriebenen Werken 8 bis 9 cbm/sec. Diese Wassermenge gelangt nach Reinigung im Wasserschlosse in der geschlossenen Druckrohrleitung zum Turbinenhause; hier vertheilt sich das Wasser durch Rohrverzweigungen auf die einzelnen Turbinen. Die Turbinen erhalten in Fällen dieser Art eine geschlossene, weniger umfangreiche Form: sie sind in den gewöhnlichen Fällen über dem Flur des Turbinenhauses in eiserne Kapselgehäuse eingeschlossen und frei zugänglich aufgestellt und haben wagerechte Arbeitsachsen. In dieser einfachen Form erfordert eine Hochdruck-Turbinenanlage einen verhältnifsmäfsig kleinen Arbeitsaufwand, insbesondere bezüglich des Unterbaues des Gebäudes. Einen bemerkenswerthen Grenzfall in dieser Hinsicht bilden die kleinen 50-pferdigen Turbinen in Bellinzona, die einen Rohdruck von 550 m erhalten. Als gröfste Einheit der Hochdruckturbinen mag der Werth von 1200 PS genannt werden, der bei den

Werken in Lend und Meran mit bezw. 90 und 66 m Nutzgefälle erzeugt wird. Die Hauptverschlüsse für die einzelnen Turbinen sind Schieber oder Drosselklappen, die in die Rohrabzweigungen eingeschaltet sind.

Eine wichtige Frage für die Niederdruckwerke ist die Schwankung des Nutzgefälles: es ist bei Hochwasser klein, bei Niedrigwasser grofs. Natürlich steht bei Hochwasser mehr Wasser zur Verfügung; jedoch wird unter Berücksichtigung der Aenderung des Wirkungsgrades die gröfste Kraftleistung der Regel nach bei Mittelwasser erzielt. Bei den Niederdruckwerken des Alpengebietes pflegt man das jeweilige Gefälle bis zum Unterwasserspiegel vollständig auszunutzen und wählt demgemäfs meistens Jonval- oder Francis-Turbinen mit Saugwirkung.

Für die Hochdruckwerke wird wegen der bedeutenden Gröfse des Gefälles eine vergleichsweise nur kleine Schwankung desselben eintreten. Bei diesen Anlagen gestaltet man daher die Turbinen meistens derart, dafs sie jederzeit frei über dem Unterwasser stehen. Infolge dessen mufs man bei Niedrigwasser auf einen allerdings nur kleinen Bruchtheil des Gefälles verzichten, hat aber so die Möglichkeit, das vorzügliche Girard-System ohne weiteres anzuwenden. Am häufigsten kommen hierbei Turbinen nach Art der Peltonräder vor.

Bezüglich der Einzelheiten der Turbinen und bezüglich der grofsen Bedeutung der Turbinentechnik in der Schweiz sei auf den Aufsatz von Prof. Prasil aufmerksam gemacht: „Die Turbinen und deren Regulatoren auf der schweizerischen Landesausstellung in Genf 1896“ (Schweiz. Bauzeitung 1896 Nr. 28 S. 141 ff.). Hier sollen nur die nachstehenden Punkte hervorgehoben werden.

Ein Arbeitsgebiet, welchem heute ganz besondere Aufmerksamkeit zugewandt wird, ist die Regulirung der Turbinen. Meistens hält man eine selbstthätige Regulirung für erforderlich, insbesondere bei der überwiegend vorkommenden Umsetzung der Wasserkraft in elektrische Energie. Die Regulirung wird auf elektrischem Wege, oder wohl häufiger auf hydraulischem Wege ursprünglich bewirkt. Als wichtigster Endapparat ist in jedem Falle eine Einrichtung erforderlich, die den Wasserzulauf zur Turbine regelt. Dieser Endapparat verlangt aber entsprechend den Verhältnissen der Turbine eine nicht unbedeutende Antriebkraft, wie diese von dem meistens vorhandenen Schwungkugelregulator nicht geboten werden kann. Dieser letztere bewegt daher erst einen „servomotor“, welcher genügende Kraft bereitstellt. Als Servomotoren kommen einerseits Kolbenapparate in Anwendung, deren Kolben in einem Arbeitscylinder beiderseits unter Druck gesetzt werden kann; als Druckmittel dient hierbei das Triebwasser selbst, falls dieses mehr als 15 m Arbeitshöhe besitzt, oder anderufalls geprefstes Oel (Rheinfelden 13 kg/qcm, Chèvres 18 kg/qcm Pressung), oder geprefstes Wasser. Eine andere Gattung bilden die déclic-Regulatoren, bei denen die Kraft von der Turbinenwelle selbst entnommen wird. Als Regulir-Erfolge seien folgende erwähnt: Bei einem Kolbenregulator wurden 500 PS plötzlich abgestellt; die Zunahme der Drehungszahl betrug gleichzeitig 4 bis 5 v. H., ging aber sofort auf 2 v. H. zurück. Von 750 PS wurden in einem anderen Falle 450 PS ausgeschaltet, bezw. wurden 50 PS ganz abgestellt, ohne dafs eine Zunahme der Umdrehungszahl bemerkt wurde. Bei einem déclic-Regulator wurde bei Ausschalten der arbeitenden 160 PS eine Schwankung von nur 4 v. H. der Umdrehungszahl beobachtet.

Das Streben nach der Schaffung grofser Turbineneinheiten erzeugt bei den Niederdruckwerken umfangreichen Aufbau und daher grofses Gewicht der Turbine selbst. Der Aufbau der senkrechten Turbinen wird meistens deswegen noch besonders schwierig, weil man mit Rücksicht auf die Erzeugung der elektrischen Kraft grofse Umdrehungszahlen zu erreichen sucht: dies läfst sich wegen des kleinen Gefälles und der grofsen Wassermenge nur dadurch schaffen, dafs man den Durchmesser der Turbine klein und ihre Höhe sehr grofs macht. Das grofse Gewicht der Turbine (in Rheinfelden z. B. 70000 kg Gewicht des beweglichen Theiles einschl. Dynamo) bringt besondere Schwierigkeiten für die Lagerung. In manchen Fällen wird hierbei eine Entlastung der Turbinen eingerichtet, entweder hydraulisch, z. B. in dem Kraftwerk la Goule (Jura) mit 12500 kg für eine Turbine, oder aber auch magnetisch, wie z. B. in Neuhausen mit einer Kraft von 14000 kg. Besonderes Interesse verdienen diejenigen Constructionen, bei welchen man ohne Entlastung der gedachten Art das grofse Gesamtgewicht auf ein einziges Lauflager bringt, hierbei jedoch zwischen die beiden wagerechten Laufflächen eine Schicht von geprefstem Oel hineinschickt, welches dauernd fliefst. Ausführungen dieser Art sind die Turbinen in Rheinfelden und in Chèvres, bei denen das auch zu den Regulatoren benutzte Oel die oben genannten Pressungen besitzt. — Solche Schwierigkeiten entstehen bei den Hochdruckturbinen nicht. Grofse Umdrehungszahlen können bei denselben leicht erreicht werden; die gröfsten Werthe liegen meistens zwischen 300 und 400 in der Minute; ausnahmsweise haben die Turbinen in Bellinzona 1000 Umdrehungen in der Minute.

Zum Schlufs seien noch kurz die Dynamomaschinen erwähnt. Sie sitzen bei den Niederdruckturbinen meistens unmittelbar und starr auf der senkrechten Turbinenachse, und zwar über der Flurhöhe, derart, dafs die gesamte Turbinenanlage sich unter dem Flur befindet. Zur Erreichung grofser Umfangsgeschwindigkeit der Dynamos wird abgesehen von der grofsen Drehungszahl der Turbine auch ein grofser Durchmesser des Dynamorades erforderlich (zum Beispiel in Rheinfelden 6 m Durchmesser), somit grofse Grundfläche des Gebäudes. Als Ersatz für diese Schwierigkeiten hat man den Vortheil, dafs die Dynamomaschine unter Vermeidung übertragender Zwischenglieder unmittelbar auf der Turbinenachse sitzt. Diesen Vortheil giebt man nur selten preis; beispielsweise ist bei dem Kraftwerk Wynau ein Räderpaar mit hölzernen Zähnen eingeschaltet, welches die Drehungszahl der wagerechten Dynamoachse entsprechend grofs macht (Abb. 11 Bl. 56).

Bei den Hochdruckturbinen mit wagerechter Achse sitzt die Dynamomaschine ausnahmslos auf gleicher Drehachse mit der Turbine. Jedoch schaltet man hier zum Schutz der Dynamomaschine gegen Stöfse der Regel nach eine elastische Kupplung (System Raffard) ein; diese besteht aus zwei Parallelscheiben, von denen die eine die andere mittels starker Kautschukschleifen ziehend in Umdrehung versetzt.

Betreffend die Kraftübertragung sei auf die Angaben Seite 552 verwiesen. (Schlufs folgt.)

Die Dünen in der Gascogne.

Vom Regierungs- und Baurath Gerhardt in Königsberg i. Pr.

Von dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten war der Verfasser beauftragt worden, ein Werk über den deutschen Dünenbau herauszugeben, das als Ersatz dienen sollte für das im Buchhandel vergriffene Werk des Dünenbauinspectors Krause von 1850.[1]) Um in dem neuen Werk auch die Beziehungen zwischen dem heimischen und ausländischen Dünenbau darzulegen und die fremdländischen Erfahrungen für unsere Dünenarbeiten zu verwerthen, wurde er mit der Ausführung eine Studienreise nach den Dünen der Gascogne, als den ausgedehntesten Dünen Europas, beauftragt. Die Reise wurde in den Monaten April und Mai 1899 ausgeführt, nachdem Verfasser durch privaten Schriftwechsel mit französischen Verlegern und Antoren von Dünenwerken die maßgebenden Beamten ermittelt und mit diesen die Zeit für die Reise sowie den Reiseplan genau vereinbart hatte. Gerade die Wahl der richtigen Zeit war für die Reise durch die Dünen des südlichen Frankreichs von großer Wichtigkeit. In den Sommermonaten, von Mitte Mai ab, wäre es nur mit Ueberanstrengung von Menschen und Pferden möglich gewesen, die harzduftenden Kiefernwälder der „Landes" zu durchqueren.

Wie alle Bereisungen der südfranzösischen Dünen geschah auch meine Reise ausschließlich zu Pferde. Zweirädrige Karren mit breiten Rädern oder vierrädrige kräftige breitfelgige Landwagen, mit vier Pferden à la Daumont bespannt, wie wir sie bei unsern Dünenreisen in den Ostseeprovinzen benutzen, kennen die Franzosen nicht. Die Reitpferde werden miethweise in den nächsten Dörfern beschafft und fast jeden Tag gewechselt. Auch bezüglich der Uebernachtung und der Verpflegung ist der Fremde auf das Entgegenkommen der französischen Beamten angewiesen; denn Dörfer und Gasthäuser sind weit von der Küste entfernt. Von den zahlreichen in den Kiefernwäldern längs der See verstreuten Wohnungen für Unterbeamte sind mehrere mit Speisezimmern, andere mit Speise- und Schlafzimmern für höhere Beamte ausgestattet. In ersteren kann nach französischem Gebrauch um 12 Uhr das Frühstück, in letzteren um 6 Uhr das Mittagessen genommen und übernachtet werden. Die Frauen der Unterbeamten pflegen vortreffliche Köchinnen zu sein, Conserven sind in genügender Menge vorräthig, und die Berechnung erfolgt nach einer festen in jedem Zimmer aufgehängten Taxe. In dieser Weise reisen die Inspecteurs und Gardes Généraux, auch die Beamten des Ministeriums. Verfasser, dessen Reise durch Vermittlung des auswärtigen Amtes angezeigt worden war, wurde in kameradschaftlicher Weise eingeladen, an dieser Art zu reisen theilzunehmen.

Die Ergebnisse der Reise sind zum Theil in dem neuen Dünenwerk, das 1899 bearbeitet wurde und im Februar 1900 im Buchhandel erschien, niedergelegt.[2]) Zahlreiche Fußnoten erläutern in diesem Werk die Beziehungen zwischen dem französischen und dem deutschen Dünenbau. Es erscheint jedoch angemessen, eine zusammenhängende Darstellung der in vieler Hinsicht eigenartigen und auf selbstständiger Grundlage entwickelten französischen Dünenverhältnisse und Dünenbauweisen zu geben.

In Frankreich sind Dünen vorhanden am Pas de Calais, am Cap Finisterre, an der unteren Loire und der Vendée, in der Gascogne und am mittelländischen Meer zwischen den Pyrenäen und den Rhonemündungen. Die bedeutendsten sind die Dünen in der Gascogne. Sie erstrecken sich westlich von Bordeaux von der Mündung der Gironde bis zur Mündung des Adour in einer Länge von 240 km und in einer Breite von 4 bis 8 km. Sie bilden den westlichen Theil der Landes (vgl. die Karte Abb. 1). Es ist dies die dreieckförmige sandige Ebene längs des atlantischen Oceans, die einerseits begrenzt wird von der Gironde, der Garonne und dem Ciron, anderseits von der Douze, Midouze und dem Adour. Das Wort „Landes" kommt von dem deutschen Wort „Land" her. Das Gebiet hat ein kaum merkbares, aber gleichmäßiges Gefälle von ungefähr 1 v. T. nach Westen, mit geringen Seitenneigungen nach den Wasserläufen, die es durchschneiden. In früheren Zeiten bildeten die Landes eine unabsehbare baumlose Ebene, deren sandiger Boden in 0,35 bis 0,60 m Tiefe eine undurchdringliche Lage Ortstein (französisch alios) enthielt. Diese stellte der Cultur große Schwierigkeiten entgegen. Im Winter sammelten sich die Wassermengen und bildeten große Sümpfe, im Sommer trockneten sie oberflächlich ab; aber aus den Sümpfen entwickelten sich Fiebergase und andere schädliche Dünste. Das Land war wenig bevölkert. Nur selten sah man Schäfer, die halbkrank ihre Heerde weideten. Das Hektar kostete nach Grandjean[3]) 9 fr. und ernährte nicht mehr als eine Heerde.

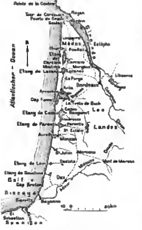


Abb. 1. Die „Landes".

1) Der Dünenbau auf den Ostseeküsten Westpreufsens von G. C. A. Krause, Dünenbau-Inspector in Danzig. Berlin. W. Ernst 1850.

2) Handbuch des deutschen Dünenbaues. Im Auftrage des Kgl. Preuß. Ministeriums der öffentlichen Arbeiten und unter Mitwirkung von Dr. Johannes Abromeit, Assistent am Botanischen Institut und Garten in Königsberg, Paul Bock, Regierungs- und Forstrath in Königsberg, Dr. Alfred Jentzsch, Landesgeologe und Professor in Berlin, herausgegeben von Paul Gerhardt, Regierungs- und Baurath in Königsberg i. Pr. Berlin 1900. Paul Parey. XXVIII und 659 Seiten in 8° mit 445 Textabbildungen. (Vgl. die Besprechung auf S. 199 des Centralblatts der Bauverwaltung Jahrg. 1900.)

3) Grandjean. Les Landes et les dunes de Gascogne S. 9.

Um sich den schädlichen Dünsten zu entziehen, befestigten die Schäfer an ihren Schenkeln 1,5 bis 2,5 m hohe Stelzen und bewegten sich mit deren Hülfe und gestützt auf einen langen Stab schnell und geschickt über die endlose Ebene.

Ein Gesetz vom 9. Juni 1857 ordnete die Austrocknung und Cultur der Landes an. Seit jener Zeit sind 650000 ha entwässert und aufgeforstet worden. Die ungesunden Zustände haben aufgehört, aber die Schafherden mit ihren Schäfern auf hohen Stelzen sind geblieben. Die Leute hatten sich einmal an dies Beförderungsmittel gewöhnt, sie benutzten es darum fort, wenngleich die Trockenheit des Bodens es entbehrlich machte. Die Vortheile, die Heerde bequem übersehen, einen weiten Ausblick auf die Ebene halten und mit geringer Mühe und schnell weite Strecken zurücklegen zu können, erschienen ihnen zu grofs. Dazu kam die Möglichkeit, die seit der Entwässerung des Bodens ungewöhnlich stark entwickelten Ginster- und Stechginsterbüsche, die streckenweise in 1 bis 1,5 m Höhe den Boden fast undurchdringlich überdeckten, bequem überschreiten zu können.



Abb. 2. Landschaft in den Landes mit Schäfern.

Abb. 2 zeigt, wie die Bewohner der Landes noch heut die Stelzen benutzen. Die Fufsstütze ist bequem nach der Sohle ausgearbeitet, eine lederne Schlinge umschliefst den Fufs. Das obere Ende der Stelze wird mittels eines gepolsterten Riemens an dem Bein unter dem Knie befestigt. Der lange Stock dient zum Besteigen der Stelzen, zum Halt während des Gehens und zum Stützen beim Stehen.

Den westlichen Streifen der Landes bilden die Dünen. Die Cultur dieser Dünen wurde früher begonnen als die der Landes, nämlich gegen Ende des 18. Jahrhunderts. Früher waren sie weifse Wanderdünen. Sie bildeten bald einzeln stehende Berge von runder oder hufeisenförmiger Form, bald lange Ketten. Thäler von gröfserer oder geringerer Breite, die man Lèdes nannte, trennten sie von einander. Diese Lèdes waren mitunter von Gräsern bedeckt, öfters aber noch bildeten sie sumpfige Flächen oder auch kleine Wasserbecken. Andere Wasserbecken von gröfserer Breite und Länge zogen sich in fortlaufender Kette von Norden nach Süden längs des Ostrandes der Dünen hin. Sie enthielten klares süfses Wasser und hatten an einzelnen Stellen Vorfluth nach dem Ocean. Man nannte sie Étangs. Sie bestehen noch heut und entsprechen unseren Haffen und Binnenseen längs der Ostsee. Sie waren früher erheblich breiter als jetzt. Abb. 3 zeigt z. B. nach einer alten Karte die Seenkette zwischen Parentis und Mimizan um das Jahr 1750. Vergleicht man diese Karte mit den jetzigen, in Abb. 1 wiedergegebenen Zuständen, so wird offenbar, dafs die im 18. Jahrhundert noch vorhandenen Wanderdünen die Breite der Étangs nach und nach beschränkten. Die Zahl der Étangs beträgt jetzt, wenn von den kleinsten abgesehen wird, 21. Ihre Gröfse schwankt zwischen 20 und 6000 ha. Sie stehen alle unter einander durch Canäle in Verbindung, die zum Theil erst im vorigen Jahrhundert neu hergestellt worden sind. Die Vorzüge dieser Wasserverbindungen werden sehr geschätzt: sie dienen nicht allein zur Entwässerung der Lèdes, sondern auch zur Entwässerung der Landes und bilden gleichzeitig vortreffliche Verkehrsmittel. Der von den Wanderdünen eingetriebene Sand hat auch die Sohle der Étangs nach und nach erhöht. So liegt z. B. der Wasserspiegel des étang de Lacanau jetzt 12 m über dem Mittelwasser der See, seine Wassertiefe beträgt 14.5 m.



Abb. 3.
Die Étangs von Parentis und Mimizan im Jahre 1750.

Die Höhe der Dünen in der Gascogne ist sehr mannigfach. Sie wechselt im allgemeinen zwischen 15 und 50 m. Die höchsten Dünen befinden sich in der Nähe von La Teste und Biscarosse und sollen 85 m erreichen. Ganan nachgewiesen ist dies Mafs aber nicht. Verfasser hat Dünen von dieser Höhe nicht gesehen. Die Vordünen haben 15 bis 20 m, die Binnendünen 40 bis 50 m Höhe. Die Richtung der Dünen entspricht der Richtung der Küste, nämlich von Norden nach Süden. Die Binnendünen bilden aber nicht, wie die noch heut vorhandenen Wanderdünen auf der frischen und kurischen Nehrung, einen einzigen mächtigen Dünenwall, sondern sie ziehen sich in mehreren parallelen Ketten längs der Küste hin. Abb. 4 zeigt nach Goursaud einen Querschnitt durch die Dünenkette in der Nähe von Mimizan. Eigenthümlich ist das Ansteigen und Abnehmen der Höhen dieser Dünenketten von der See nach dem Binnenlande. Es nehmen anfänglich die Höhen der einzelnen Rücken stetig zu, bis sie auf ungefähr $^3/_4$ der Breite die gröfste Höhe erreichen, dann fallen die Höhen nach dem Étang hin schnell ab.



Abb. 4. Querschnitt durch die Dünen in der Gascogne am Étang von Aureilhan (nach Goursaud).

Wanderdünen (dunes errantes) sind in der Gascogne jetzt nicht mehr vorhanden. Die leichte und wohlfeile Cultur hat die Festlegungsarbeiten sehr beschleunigt. Nur vereinzelt trifft man sie heut an, nämlich da, wo aus irgendwelchen Gründen die wirthschaftliche Pflege vernachlässigt worden war. So sah Verfasser z. B. bei Sablonney südlich von Arcachon eine Sturzdüne von ungefähr 25 m Höhe, die in einen Kiefernwald vordrang. Die Düne gehört einem Privatmann, sie war nicht gut unterhalten worden. Die früher vorhandene feste Narbe war gelockert, vom Winde aufgerissen

worden, und der Sand dadurch ins Treiben gekommen. Im 18. Jahrhundert, vor Beginn der Festlegungsarbeiten, als noch alle Dünen Wanderdünen waren, hatte Brémontier die Schnelligkeit des Wanderns auf zehn Toisen d. s. 19,49 m jährlich angegeben. Diese Zahl dürfte nicht ganz zuverlässig sein, da sie nur aus den Beobachtungen eines kurzen Zeitraumes abgeleitet worden war. Laval[4]) giebt auf Grund von Messungen, die er 1832 bis 1835 bei Mimizan ausführte, das Wandern der hohen Düne auf höchstens 5 m an. Auch auf der kurischen Nehrung wandern die Dünen nach den Messungen, über die Verfasser im Dünenbaubuch S. 154 ausführlich berichtet, durchschnittlich jährlich nur 5 m, doch ist die Wanderung verschieden je nach der Höhe der Dünen, nach den Beobachtungen an der Luv- oder Leeseite, nach der mehr oder weniger freien Lage der Dünen, dem Grad der Feuchtigkeit und anderen Umständen.

Wie bei uns, so haben auch in der Gascogne die festen Bauwerke die Sandverwehungen überstanden. Sie treten bei uns an der Luvseite der Wanderdünen zu Tage. In der Gascogne hat man einzelne Bauwerke durch rechtzeitige Festlegung der Wanderdünen gerettet. So schildert z. B. Buffault[5]) eingehend, wie das Dorf Soulac im Médoc gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts vom Sande verwüstet und von den Einwohnern verlassen worden war. Auch die Kirche war vollständig eingesandet, nur der Kirchthurm ragte noch empor. Man bemühte sich, diesen zu erhalten, weil er als Schiffahrtszeichen Bedeutung hatte. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts, als mit den Festlegungsarbeiten durch Brémontier begonnen worden war, wurde auch die Umgebung der Kirche aufgeforstet und damit der weiteren Versandung Einhalt gethan. Später, im Jahre 1839, begann man Soulac als Badeort auszubauen. 1859 wurde die alte Kirche ausgegraben, anfänglich als Dünenwärter-Wohnung benutzt, dann aber ausgebaut und seiner eigentlichen Bestimmung wiedergegeben. Jetzt ist das Dorf ein gesuchter Badeort, seinen Mittelpunkt bildet die alte schon einmal versandete Kirche.

Auch die Gefahren, die wir in dem **Triebsande** der Wanderdünen kennen, sind den Franzosen nicht fremd. Sie nennen solche Stellen blouses und haben beobachtet, dafs sie sich nach starken Regengüssen am Fufse von Wanderdünen, an den Ufern der Étangs oder längs des Oceans bilden. Sie sind aber nicht gefährlich. Sie haben selten eine gröfsere Tiefe als 1 bis 1,2 m. Die Triebsandstellen an den Wanderdünen der kurischen Nehrung sind gefährlicher. Verfasser war selbst in eine solche Stelle gefallen, in der er nachträglich mit einer mehr als 5 m langen Stange keinen festen Grund finden konnte.

Der französische Dünenbau hat sich fast genau zu derselben Zeit entwickelt wie der deutsche, jeder aber vollkommen selbständig auf eigener Grundlage. Wie wir in Deutschland als den Anfang des Dünenbaues das Erscheinen der ersten Denkschrift des Sören Biörn im Jahre 1796 bezeichnen und dabei die Arbeiten der Vorgänger Titius, Lindström u. a. unberücksichtigt lassen, so giebt man in Frankreich als Beginn des Dünenbaues die Vorlage der ersten Denkschrift des Brémontier 1786 an und sieht von den Arbeiten der Vorgänger, Desbiey, de Ruat, de Villers u. a. ab. Denn der wirklich erfolgreiche Dünenbau hat in beiden Ländern erst mit dem Erscheinen dieser beiden Denkschriften begonnen. Bei uns ist festgestellt, dafs die Wanderdünen in alten Zeiten befestigt waren. Man hat Spuren aus der Steinzeit in den Wanderdünen gefunden. Auch in Frankreich ist es zweifellos, dafs der Sand in den Landes zu alten Zeiten durch Kiefern befestigt gewesen war. Die im Anfang unserer Zeitrechnung dort lebenden Boïens trieben einen lebhaften Handel mit Kiefernharz, einen Handel, der ihnen den Beinamen Piceos eingetragen hatte. Im Jahre 407 drangen die Vandalen in das Land und verwüsteten die Arbeiten der Boïens. Es blieb damals nur der grofse Wald von La Teste und der kleine Wald bei Arcachon erhalten. Der Sand wurde Flugsand. Die Einwohner flohen vor dem fliegenden Sande und gründeten neue Städte. Wiederholt wurde im Mittelalter der Versuch gemacht, den Sand durch Kiefernsaat fest zu halten. Aber da die Arbeiten nur vereinzelt und planlos ausgeführt wurden, so hatten sie keinen durchgreifenden Erfolg. Auch Versuche, die man im 17. und 18. Jahrhundert unternahm, blieben ohne Ergebnifs; sie konnten das Wandern der Dünen nicht aufhalten. Da wurde im Jahre 1778 ein Marine-Ingenieur, der Baron de **Charlevoix-Villers** mit dem Auftrage betraut, in dem Becken von Arcachon einen Kriegshafen einzurichten und diesen mit Bayonne durch einen Canal zu verbinden. Er erkannte sofort, dafs der Hafen sowohl wie der Canal ohne Festlegung des Sandes keinen Bestand haben würde, und wandte sich daher ganz besonders der Aufgabe zu, den Dünensand zu befestigen. Seine Studien und Pläne wurden von ihm in mehreren Denkschriften niedergelegt. Leider erhielt er nicht die Mittel, seine Gedanken zur Ausführung zu bringen. Im Gegentheil, der Umstand, dafs er eine Stellung einnahm, die von der des Generalintendanten Dupré de Saint-Maur unabhängig war, erweckte den Neid dieses Beamten. Die Arbeiten de Villers' wurden gelähmt, seine Schriften unterdrückt. Ein Sumpffieber packte ihn im Jahre 1780. Kaum genesen, wurde er zu neuen Hafenarbeiten nach San Domingo abberufen. Saint-Maur hatte die Denkschriften de Villers zurückbehalten. Er übergab sie nach dessen Abreise einem Ingenieur Nicolas **Brémontier** (geb. 1738). Dieser hatte früher, im Jahre 1776, in einem Gutachten erklärt, dafs die Hindernisse, die der Sand einem Binnencanal entgegen stellte, unüberwindlich wären. Er hatte damals von der Ausführung eines solchen Canals abgerathen. Jetzt, nach dem Studium der de Villersschen Denkschriften, wurde er anderer Meinung. Er legte dies im Jahre 1786 in einem ausführlichen Gutachten dar, das die Grundzüge für die Cultur der Dünen enthielt, und das mafsgebend für deren Befestigung wurde. In diesem Gutachten war aber der Name de Villers' an keiner Stelle erwähnt worden. Es gelang Brémontier, die mafsgebenden Kreise für das Unternehmen zu gewinnen. Im Jahre 1788 wurde ihm der erste kleine Betrag für den Beginn der Cultur zur Verfügung gestellt. Sie glückte. Ein zweiter, höherer Betrag wurde ihm überwiesen, und bei fortschreitenden Erfolgen wurden weitere Mittel bewilligt. So gelang es ihm nach und nach, die Dünen vollständig zu cultiviren. Die Mit- und Nachwelt erkannte und rühmte seine Verdienste. Er wurde Inspecteur général des Ponts et Chaussées, und

4) Annales des ponts et chaussées 1847 II. S. 235.
5) Buffault. La côte et les dunes du Médoc 1897. S. 159.

im Jahre 1818, acht Jahre nach seinem Tode, wurde ihm in Arcachon ein Denkmal errichtet. Dies Denkmal feiert ihn als denjenigen, welcher „fixa les dunes et les couvrit des forêts“. Dies ist richtig. Zweifellos gebühren ihm große Verdienste. Leider hat er aber sein Andenken dadurch selbst getrübt, dafs er den Ruhm, der Erfinder der Dünencultur zu sein, ausschliefslich für sich in Anspruch nahm, die Verdienste de Villers', auf dessen Schultern er sich stützte, oder von Claussen und Peychan, deren Erfolge er kannte und benutzte, geflissentlich verschwieg. Erst in den letzten beiden Jahrzehnten haben Forschungen französischer Dünenbeamten, wie Delfortrie, Dulignon-Desgranges, Grandjean, Buffault u. a. diese Beziehungen festgestellt und besonders dem Andenken de Villers' das zugesprochen, was ihm gebührt.

Bei Ausführung und Unterhaltung der Dünenbefestigungen wird mit besonderem Nachdruck die Aufgabe der Dünen, den Schutz der Küste auszuüben, betont. Um dies zu erreichen, hat man dem ersten Dünenstreifen längs der See einen besonderen Namen gegeben: zone littorale oder zone de protection und läfst ihm eine besondere Behandlung zu theil werden. Er hat eine Breite, die je nach den örtlichen Verhältnissen, der Form des Geländes, den Besitzgrenzen und dgl. 400 bis 1500 m beträgt. Im allgemeinen ist die Breite 650 m grofs, von dem Fufs der Küstenböschung der Vordüne an gerechnet. Die zone littorale zerfällt in zwei Streifen: einen vorderen von 150 m und einen hinteren von 500 m Breite. In dem vorderen wird ausschliefslich Sandgras gepflanzt, niemals eine Aufforstung ausgeübt. Er führt den besonderen Namen „dune littorale“. Der hintere dagegen wird mit der Meereskiefer aufgeforstet, er bleibt aber — und das ist charakteristisch für die zone littorale — von dem Forstwirthschaftsplan (aménagement) vollständig ausgeschlossen. Niemals wird hier eine Durchforstung ausgeübt, noch ein Baum zur Holzgewinnung gefällt, nicht einmal das Harz darf entnommen werden. Nur die Wege für den Verkehr und zum Schutz gegen Feuersgefahr werden geduldet. Man läfst die Bäume wachsen so dicht gedrängt, wie der Boden sie tragen will, sodafs sie den Winden und den von diesen mitgeführten Sandmassen gut widerstehen können. Man begnügt sich nur damit, ab und zu dann etwas zu schlagen, wenn der Pflanzenwuchs es unbedingt verlangt, sorgt aber stets durch Nachpflanzen und Nachsäen für die schleunigste Ausfüllung etwa entstandener Lücken, sodafs immer ein dichter Bestand vorhanden ist.

Der vordere Streifen längs der Seeseite, der den engeren Namen dune littorale führt, entspricht unserer Vordüne. Er ist dem Ueberwehen durch Sand besonders ausgesetzt. Hier wird nur Sandgras, keine andere Pflanze gepflegt. Er besteht aus der eigentlichen, einen hohen Rücken bildenden Vordüne und dem anschliefsenden Schutzstreifen. In diesem meist wagerechten Streifen stellen sich bei Verringerung des Sandfluges von selbst die niederen Gräser und Kräuter ein, die auch wir auf unseren Palwen und Glowwen sehen.

Die Breite des Strandes ist sehr wechselreich. Im allgemeinen wird eine möglichst grofse Breite bevorzugt. Nirgends tritt das gewöhnliche Hochwasser der See bis an den Fufs der Vordüne: man bleibt mit diesem 100 bis 200 m von der gewöhnlichen Hochwassermarke entfernt.

Bei der Vordüne fällt vor allem anderen die durchaus geradlinige Linienführung auf. Die Ein- und Ausbuchtungen der Küste bleiben gänzlich aufser acht. Auf meilenlangen Strecken ist nicht die kleinste Abweichung nach der einen oder anderen Seite von der geraden Linie zu erkennen. Besonders ist dies der Fall bei den Dünen im Bezirk Moutchic. Hier sah Verfasser schnurgerade gezogene Vordünen von mehr als 20 km Länge. Und diese Vordünen waren in tadellosem Zustande. Es waren die besten, die er auf seiner ganzen Reise in der Gascogne gesehen hatte.* In den südlicheren Bezirken, in denen die Vordünen Krümmungen enthalten, befanden sie sich in einem auffällig schlechteren Zustande.

Die Höhe der Vordüne ist überall sehr grofs; sie beträgt 8 bis 20, gewöhnlich 10 bis 15 m. In den letzten Jahren hat man aber erkannt, dafs eine übermäfsig grofse Höhe nicht nützlich ist. Man fängt an, 8 bis 10 m für das zweckmäfsigste Mafs zu halten, und sucht in einzelnen Bezirken durch starkes Ziehen von Sandgras die Höhe nach und nach zu ermäfsigen. Dabei werden Unregelmäfsigkeiten in der Höhe, Steigen und Fallen der Krone auf kurzen Entfernungen peinlichst vermieden. Sie kommen fast nie vor. So wie die Vordüne im Grundrifs wie nach einem Lineal gezogen erscheint, so wird auch die Krone im Aufrifs fast vollkommen geradlinig gehalten. Die Uebergänge von einer gröfseren in eine geringere Höhe vollziehen sich stets unmerklich auf langen Strecken. Man hat wie bei uns die Erfahrung gemacht, dafs durch einen solchen gleichmäfsigen Verlauf der Kronenhöhe die Unterhaltung der Vordüne sehr erleichtert wird.

Die äufsere Böschung der Vordüne hat eine Steigung von 1:5 bis 1:8, ausnahmsweise auch 1:4. Sie ist stets und ausschliefslich mit Sandgras bestanden, enthält niemals Anwüchse von anderen Pflanzen, Weiden oder dergl. und hat gewöhnlich eine gerade oder wenig concave, d. h. nach oben hohle Form. Nur selten in den südlichen Bezirken hat Verfasser convex gekrümmte äufsere Böschungen getroffen, wie wir sie vielfach in Deutschland haben. Die geradlinige oder vertiefte Form ist besser als die gewölbte, weil sie die Düne widerstandsfähiger gegen die See und aufnahmefähiger für neue Sandmengen macht. Nach den Beobachtungen des Verfassers, die von den französischen Ingenieuren bestätigt wurden, war die Form der Böschung hervorgerufen worden durch die Art der Bepflanzung: in denjenigen Bezirken, in denen die Böschung geradlinig oder vertieft gekrümmt war, liefs sich stets beobachten, dafs die Sandgrasbüschel auf der äufseren Böschung in verschieden grofsen Zwischenräumen gepflanzt worden waren, nämlich am Fufs der Vordüne ungefähr 1 m weit, in der Mitte 0,7 m und in der Nähe der Krone 0,4 bis 0,5 m weit. In anderen Bezirken, in denen die äufsere Böschung die gewölbte Form zeigte, war von dieser Vorschrift abgewichen, waren die Sandgrasbüschel über die äufsere Böschung der Vordüne gleichmäfsig vertheilt worden. Die Wirkung ist erklärlich: der Sand kommt von der See und wird von unten herauf über die äufsere Böschung getrieben. Soll er die Fläche gleichmäfsig aufhöhen, sich gleichmäfsig vertheilen, so mufs die Möglichkeit, ihn fest zu halten, unten geringer sein als oben; das heifst, die Sandgrasbüschel müssen unten weiter gesetzt werden als in der Nähe der Krone.

Die innere Böschung fällt gewöhnlich nach dem natürlichen Neigungswinkel des Sandes herab. Sie wird sehr spärlich mit Sandgras bepflanzt, oft auch gar nicht. Lange Strecken kann man sehen, wo sie trotz der großen Dünenhöhe von 15 m vollständig kahl und pflanzenlos ist. Die Kahlheit der Böschung und die Spärlichkeit des Pflanzenwuchses erleichtern das Abrollen des Sandes und tragen zur Befestigung des Vordünenfußes bei. Pflanzen auf der Böschung halten den Sand auf und machen den Abhang steiler. Sie dürfen daher auf der inneren Seite nie dicht stehen. Aus diesem Grunde hat auch Verfasser an den ostpreußischen Dünen die innere Böschung nur mit abwärts gerichteten Streifen in 2 m Entfernung bepflanzen lassen (s. Dünenhandbuch S. 388).

Die Krone der Vordüne wird in dem südlichen Theile der Gascogne mit Sandgras bepflanzt, in dem nördlichen Theile dagegen, wo andere Inspecteurs über die Ausführung der Arbeiten bestimmen, ganz kahl gelassen. Ueberall dient sie als Reitweg bei den Dünenbereisungen der Beamten. Dadurch, daß der Pflanzenwuchs auf der Krone fehlt oder nur sehr spärlich vorhanden ist, vermeidet man ein weiteres Anwachsen der Vordüne. Man sorgt aber dafür, daß die beiden Grenzlinien der Krone stets gut befestigt sind und tadellos gerade und wagerecht verlaufen. Dies geschieht gewöhnlich durch Palissaden an der äußeren und Cordons an der inneren Seite (s. unten).

Die Mittel, welche die Franzosen zur Herstellung und Unterhaltung ihrer Vordünen anwenden, sind: gourbet, palissades, clayonnages, cordons, aigrettes de branchages und couvertures.

Das in Frankreich benutzte Sandgras (in Südfrankreich gourbet, in Nordfrankreich oyat genannt) ist unser Strandhafer oder Helm, Ammophila arenaria (s. Dünenwerk S. 207). Die bei uns sonst noch vorhandenen und verwandten Sandgrasarten, nämlich Ammophila baltica und Elymus arenarius kennen die Franzosen nicht, wenigstens hat Verfasser sie nirgends auf seinen Reisen gefunden. Das Pflanzen des Sandgrases geschieht ausschließlich in runden Büscheln, ähnlich wie bei uns an der Nordsee. Dabei wird ein ungefähr 1 m langer Pflanzstock ohne Quergriff benutzt. Der Arbeiter faßt ihn mit den Händen und stellt die Löcher sprungweise her, indem er zum Eindrücken des Stockes nicht allein die Kraft des Sprunges, sondern auch das Gewicht seines Körpers benutzt. Er sucht dabei die Büschel in Versatz zu stellen: aigrettes de gourbet. Das Pflanzen findet im Frühjahr und Herbst statt. Die Vorschrift lautet, möglichst das Frühjahr zu benutzen. Aber einige Dünenbeamte, wie z. B. Grandjean, sind der Meinung, daß die Herbstbepflanzung vorzuziehen sei: Die Frühjahrspflanzung habe nicht immer genügend Zeit, tief reichende Wurzeln zu treiben, um den heißen Sommer des südlichen Klimas ohne Schaden zu überstehen; die Herbstpflanzung gedeihe darum besser.

Auch durch Saat wird das Sandgras gezogen. Dies nimmt allerdings in der eigentlichen Vordüne immer mehr ab, weil der Erfolg der Saat hier unzuverlässig ist; aber in dem wagerechten Gelände hinter der Vordüne, das noch zur dune littorale gehört, wird das Sandgras mit Vorliebe gesäet. Es geschieht stets unter dem Schutz einer Strauchdecke (couverture, s. unten). Nach den für die Behandlung der Dünen erlassenen Vorschriften ist das Säen jederzeit gestattet; aber da man die Beobachtung gemacht hat, daß die im Sommer ausgeführten Saaten wenig Erfolg haben, was bei der großen Hitze und der starken Austrocknung des Sandes erklärlich ist, so beschränkt man jetzt die Grassaat auf die Zeit vom 1. October bis 30. April und wenn angängig nur auf die Zeit vom 1. October bis 15. December.

Auffälligerweise wird das Sandgras von den Franzosen erst dann angewandt, wenn die Vordüne durch andere Mittel hergestellt und bis zur gewünschten Höhe gebracht worden ist. Es dient daher niemals zur Bildung der Vordüne selbst, sondern nur zu ihrer Erhaltung durch Befestigung der Böschung. Der Bedarf an Sandgras wird wie bei uns nach Bunden (bottes) berechnet. Jede botte soll vorschriftsmäßig 10 kg schwer sein. Sie liefert 60 bis 70 Büschel (pieds simples, pieds doubles, aigrettes). Bei 0,5 m Entfernung der Büschel sind 40000 pieds doubles oder 600 bottes auf



Abb. 5.

1 ha erforderlich. Die Kosten für Ziehen des Sandgrases, Beförderung und Pflanzen desselben betragen im Durchschnitt für 100 Bunde 31 Fr., oder für ein Hektar mit 600 Bunden 186 Fr. Die Kosten für die Aussaat des Sandgrases einschließlich der erforderlichen couverture betragen auf ein Hektar: für die eigentliche Saat durchschnittlich 8,30 Fr. und für die couverture durchschnittlich 151,70 Fr., d. s. zusammen 160 Fr.

Die Palissaden sind Kiefernbretter von 1,6 m Länge, 15 bis 20 cm Breite und 3 cm Dicke. Sie werden zugespitzt in einen Graben von 0,4 m Tiefe derartig gestellt, daß sie 2 bis 3 cm breite Zwischenräume bilden. Hier werden sie 0,2 m tief eingeschlagen, stehen nach Verschüttung des Grabens sonach 0,6 m tief in dem Boden und ragen 1 m empor. Abb. 5 zeigt im Vordergrunde eine Palissade. Die Kosten betragen ungefähr 3,20 Fr. für das Meter. Wenn die Palissade versandet ist, werden die Bretter einzeln bloßgelegt, mit einer Kette umschlungen und durch einen Hebebaum um 0,5 bis 0,6 m in die Höhe gezogen. Da auf diese Weise die Bretter sehr lange benutzt werden, so sind die Palissaden trotz des hohen Preises ein nicht zu theures und beliebtes Hülfsmittel.

Unter clayonnage versteht man einen Flechtzaun von lothrecht eingestellten Pfählen mit wagerecht umflochtenen

Reisern. Derartige clayonnages werden im Flufsbau mitunter als Schlickzäune verwandt.[6]) Die im Dünenbau angewandten clayonnages haben Pfähle von 1,5 m Länge und 4 bis 5 cm Stärke, die in 0,5 m Entfernung 50 cm tief in den Boden getrieben werden. Abb. 5 zeigt im Hintergrunde eine clayonnage. Sie ist wie die palissade im Vordergrunde nur zum Zwecke der photographischen Aufnahme hergerichtet worden. Die Kosten werden für ein Meter auf 0,25 Fr. angegeben; hierbei werden nur die Ausgaben für Beförderung des Materials und Aufstellen berechnet, nicht die Kosten des Materials selbst.

Mit cordons bezeichnet man eine Reihe von kurzen Faschinenbündeln, die lothrecht mit dem Stammende in den Sand gestellt werden. Sie werden aus Zweigen der Meereskiefer, des Ginsters oder des Heidekrautes hergestellt. Die Bündel sind 1 m lang, 25 bis 35 cm dick und werden 25 bis 30 cm tief in den Boden gebracht, sodafs sie 0,70 bis 0,75 m emporragen. Man unterscheidet cordons simples, cordons doubles und cordons en quinconces. Abb. 6 bis 9 erläutern die Unterschiede. — Die Kosten betragen für das Meter ohne Anrechnung des Materials 0,24 Fr. Das Meter des cordon double kostet 0,47 Fr.

Abb. 6. Cordon simple.

Abb. 7. Cordon double.

Abb. 8. Cordon en quinconces.

Aigrettes de branchages sind dünne Faschinenbündel von nur 8 bis 10 cm Stärke, die lothrecht mit dem Stammende 0,3 bis 0,5 m tief und mit Versatz in den Sand gestellt werden. Man nennt diese Art der Befestigung auch lascinages en quinconces. Sie wird in den Vordünen angewandt, um Auswehungen zu verhüten oder neue Versandungen zu erzeugen, in den Binnendünen, um die junge Ansaat der Meereskiefer zu schützen. Auffälligerweise werden die aigrettes de branchages niemals in geschlossenen und gleichgerichteten Reihen gesetzt — sie würden sonst unsern bewährten und wohlfeilen Strauchzäunen sehr ähnlich sein —, sie bedecken vielmehr stets mit 0,4 bis 0,6 m Entfernung die ganze Fläche, die geschützt oder erhöht werden soll. Daher kommt es, dafs sie von den Franzosen als ein sehr theures Befestigungsmittel angesehen und ihnen die cordons in der Regel als wohlfeiler vorgezogen werden.



Abb. 9. Cordon simple.

Couverture ist die Bezeichnung für flach über den Sand ausgebreitete grüne Zweige der Meereskiefer. Auch Zweige von Ginster und Stechginster werden mit verwandt. Die abstehenden Zweige werden mit dem Messer gestutzt, sodafs die übrigen sich fächerartig flach auf den Boden legen lassen. Zweige aus den Wipfeln der Bäume werden vermieden, weil sie in der Regel zu sperrig sind. Man ordnet die Reihen gewöhnlich von Norden nach Süden und beginnt an der Westseite, indem man das Stammende ein wenig in den Boden einläfst. Jede Reihe wird mit einer dünnen etwa 6 cm hohen Schicht Sand bedeckt, um die Zweige nieder zu halten. Darauf wird die folgende Reihe so aufgebracht, dafs sie die erste ein wenig überdeckt. An Abhängen werden auch mitunter Hakenpfähle zum Festhalten des Strauches benutzt. Die Zweige liegen ziemlich dicht, ungefähr wie die Ziegel eines Daches über und neben einander. Unter ihrem Schutz entwickelt sich der ausgestreute Same des Sandgrases oder der Meereskiefer.

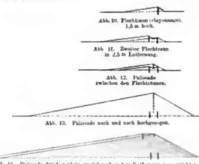


Abb. 10. Flechtzaun (clayonnage), 1,5 m hoch.

Abb. 11. Zweiter Flechtzaun in 2,5 m Entfernung.

Abb. 12. Palissade zwischen den Flechtzäunen.

Abb. 13. Palissade nach und nach hochgezogen.

Abb. 14. Palissade durch cordons ersetzt und in 4 m Entfernung neu errichtet.

Abb. 10 bis 14. Bildung der Vordüne.

Die Bildung einer neuen Vordüne mit den hier beschriebenen Mitteln erfolgt derartig, dafs zunächst in der für die Vordüne in Aussicht genommenen Linie ein Flechtzaun (clayonnage) gezogen wird. (s. Abb. 10.) Dieser wird möglichst hoch, gewöhnlich 1,5 m hoch, geführt. Sobald er versandet ist, errichtet man einen zweiten Flechtzaun von derselben Art vor ihm an der Seeseite. Der neue Zaun erhält 2 bis 2,5 m Entfernung von dem ersten (Abb. 11). Ist auch dieser zweite Zaun versandet, so werden zwischen beiden Palissaden errichtet (Abb. 12). Die Palissaden versanden ziemlich schnell. Sie werden nach und nach in die Höhe gezogen, je nachdem die Versandung fortschreitet, doch stets derartig, dafs ihre Oberkante eine genau wagerechte Linie bildet. Dies wird so lange fortgesetzt, bis die für die Vordüne gewünschte Höhe erreicht ist (Abb. 13). Alsdann werden vor die Palissaden cordons gesetzt, die Palissaden selbst herausgezogen und in 4 m Entfernung nach der Seeseite neu errichtet. Sie bilden dann die Begrenzung der Krone mit der äufseren Böschung, während die cordons die

6) Vgl. Jasmund, Die Regelung der Rhone. S. 256 d. Bl.

Krone an der inneren Seite begrenzen (Abb. 14). Hat sich die Vordüne in dieser Weise ausgebildet, was mehrere Jahre in Anspruch nimmt, so wird die äufsere Böschung mit Sandgrasbüscheln in der früher beschriebenen Weise — unten weit, oben dicht — bepflanzt. Die innere Böschung wird gleichfalls, jedoch sehr spärlich bepflanzt oder ganz kahl gelassen. Die Palissaden und cordons verfaulen mit der Zeit und werden dann erneuert.

Es ergiebt sich hieraus, dafs die Bildung einer neuen Vordüne in Frankreich von demjenigen Verfahren abweicht, das bei uns in Deutschland üblich ist, und das Verfasser eingehend mit Zeichnungen in dem Dünenhandbuch S. 379 geschildert hat. Bei uns wird die Eigenschaft des Sandgrases, mit zunehmendem Sandfluge nur um so üppiger zu wachsen, dazu benutzt, um mit seiner Hülfe die Düne in die Höhe zu bringen. Wir verwenden daher für die erste Ansandung nur zwei Doppelreihen von Strauchzäunen über einander, und beginnen dann sofort mit der Sandgraspflanzung. Diese Erkenntnifs von den Vorzügen des Sandgrases hat sich erst neuerdings bei den Franzosen Bahn gebrochen. Der Inspecteur adjoint des Eaux et Forêts Grandjean ist zuerst 1896 für diese bei uns schon seit 1826 durch Hagen eingeführte Verwendung des Sandgrases eingetreten. Er schreibt in der Revue des Eaux et Forêts: „Jusqu'à présent, on n'a guère considéré cette plante que comme un fixant du sable et on prétendait ne l'employer qu'après avoir amené l'ouvrage à la hauteur, à la pente et à l'état de régularité qu'on voulait obtenir. . . . On refusait de voir en lui un instrument qui pût servir précisément à former et à régulariser la dune."

Die Schäden an den Vordünen werden von den Franzosen vorzugsweise mit den Ausdrücken „trucs" und „siffles-vent" bezeichnet. Unter trucs verstehen sie die unregelmäfsigen Anhäufungen des Dünensandes vor und hinter festen und beweglichen Hindernissen oder bei dicht und geil gewachsenen Sandgrasbüschen. Siffle-vent ist eine Aushöhlung auf der Düne oder ihrer Böschung. Es ist eine gemeinsame Bezeichnung für alle diejenigen Erscheinungen, die wir nach ihrem Auftreten mit Furchen, Windrissen, Einsattelungen, Windkehlen, Kessellöchern und anderen Ausdrücken bezeichnen. Zur Beseitigung der trucs werden die Hindernisse abgegraben, oder das Sandgras wird gelichtet (éclaircir). Die siffles-vent werden meist durch Einstellen von cordons, welche die Aushöhlung quer durchschneiden, zum Aufhöhen gebracht. Tiefe Einrisse werden durch Palissaden, die nach und nach hoch gezogen werden, geschlossen. Ist die Höhe erreicht, so wird erst die Fehlstelle mit Sandgras bepflanzt. Also auch hier dient das Sandgras nur zur Befestigung der durch andere Mittel gewonnenen Sandaufhöhung.

Die Cultur der Binnendünen erfolgt ausschliefslich mit der Meereskiefer. Pinus maritima (pin maritime). Sie ist der hochgeschätzte Baum der Gascogner Dünen. Sie allein hat die Cultur der Landes ermöglicht, hat bewirkt, dafs diese Cultur sich wohlfeil und in sehr kurzer Zeit vollziehen liefs. Es war ein sehr glücklicher Griff von de Villers und Brémontier, diesen Baum von Anfang an zur Cultur empfohlen und angewandt zu haben. Ein Mifserfolg war dadurch ausgeschlossen. Kein anderer Baum hätte in dem südlichen Klima zur Dünencultur sich gleich gut geeignet. Er erwies sich gleich brauchbar längs der See wie im Binnenlande und erfüllte von selbst die Aufgaben, die bei uns verschiedenen Pflanzen, der Pinus montana,



Abb. 15. Die Meereskiefer (*Pinus maritima*).

p. austriaca und p. silvestris zufallen. Abb. 15 soll eine Vorstellung geben von der äufseren Erscheinung des Baumes. Der Stamm ist schlank und gerade, die Höhe entspricht ungefähr $^3/_4$ der Höhe unserer gemeinen Kiefer. Den Wipfel

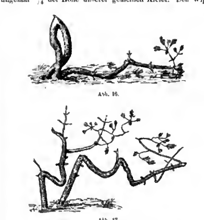


Abb. 16.

Abb. 17.

Abb. 16 u. 17. Die Meereskiefer hinter der Vordüne.

bildet eine dichte, breit und flach ausladende Krone. Die Nadeln sind 10 bis 20, mitunter 25 cm lang und stehen zu zweien in einer kleinen Scheide. Sie fallen erst am Ende des dritten Jahres ab, mitunter auch erst im vierten Jahre.

Die Zapfen sind sehr grofs: 10 bis 15 cm hoch und 8 bis 12 cm stark. Das Holz ist rothbraun, im Kern mehr oder weniger hell und ungewöhnlich harzreich. In der zone littorale unmittelbar hinter der Vordüne wird das Wachsthum der Bäume durch die starken Seewinde und den Sandflug behindert. Sie entwickeln sich hier nur kümmerlich, kriechen auf dem Boden. Nach einem kurzen aufwärts gerichteten Lauf wird der Stamm geknickt und schräg, mitunter auch fast lothrecht auf den Boden gedrückt. Der Harzreichthum des Baumes ermöglicht das Wachsthum auch in dieser Lage. Er strebt wieder in die Höhe, wird wiederholt geknickt und abwärts gebogen, schliefslich behält er seine tiefe Lage bei und wächst als Krüppel auf dem Boden oder in halber Höhe fort. So entstehen wunderbar schlangenartige Formen. Zur Erläuterung mögen die nach der Natur aufgenommenen Skizzen Abb. 16 und 17 dienen. Je näher der See, um so tiefer wird der Stamm auf den Boden gedrückt, um so schwerer wird es ihm, sich zu erheben. Die ersten Bäume hinter der Vordüne liegen fast alle nach Abb. 16 tief auf dem Boden. Unter ihrem Schutz heben sich aber die folgenden vom Boden ab (Abb 17). Diese ihrerseits bieten ihren hinteren Nachbarn einen besseren Schutz, als sie selbst erhalten haben, und so entwickeln sich die Bäume zu gröfseren und höheren Formen, je weiter man sich von der See entfernt. Am Ende der zone littorale haben die Bäume einen geraden Wuchs, doch selten eine gröfsere Höhe als 10 bis 15 m. Wir haben dasselbe Ansteigen der Kronen auch bei unsern Erlen und Kiefern an der Ostsee; aber die Erscheinung ist bei uns nicht so auffällig wie in der Gascogne.

Wir sind gezwungen, eine vorsichtige Auswahl unter den Bäumen zu treffen, nächst der See und auf den den Seewinden ausgesetzten Hängen nur Pinus montana oder Pinus austriaca zu pflanzen und die hochstämmige Pinus silvestris für die geschützten Stellen aufzubewahren, in den tiefen feuchten Theilen der Palwen Erlen und Birken zu verwenden; bei den Franzosen genügt überall mit gleichem Erfolge derselbe Baum, die alles beherrschende Pinus maritima. Die Pinus silvestris, unsere gemeine Kiefer, hat man auch vereinzelt in der Gascogne zu cultiviren versucht. Sie ist aber nur klein geblieben und wurde zudem wipfeldürr; man hat ihre Cultur daher aufgegeben. Auch der Anbau der Platane, der Kastanie, Akazie, Ulme und der Schwarzpappel ist versucht worden. Die Entwicklung dieser Bäume befriedigte aber nicht. Sie kamen nur in den lèdes fort, und auch hier nicht mit gleicher Leichtigkeit wie die Meereskiefer. Da diese nun durch ihren Harzreichthum die Mühe dankbar lohnte, so wurden alle übrigen Bäume von ihr verdrängt.

Dagegen haben sich einige Sträucher zu einem ganz vortrefflichen und hochgeschätzten **Unterholz** ausgebildet. Neben einigen Weidenarten, besonders salix repens (von den Franzosen saule rampant genannt) und salix caprea (saule marceau), sind es besonders drei Pflanzen, die zur Befestigung des Bodens in den Binnendünen viel beitragen: der Ginster, sarothamnus vulgaris (von den Franzosen genêt genannt), der Stechginster, ulex europaeus (ajonc der Franzosen), und das Heidekraut, erica scoparia (bruyère). Alle drei Pflanzen erreichen in den Dünen 1,5 bis 2 m Höhe. Sie sind mitunter so hoch, dafs die Köpfe der Pferde und Reiter vollständig zwischen ihnen verschwinden und stehen dann so dicht, dafs sie von Menschen gar nicht, von Pferden nur schwer durchdrungen werden können. Sie finden sich überall in den Binnendünen, besonders in deren Thälern, den lèdes. Hier verbreiten sie sich aufserordentlich leicht und schnell ohne Zuthun der Menschen nur durch die natürliche Besamung.

Die **Cultur der Meereskiefer** vollzieht sich ohne erhebliche Mühe. Der Same wird gesammelt, indem die Zapfen einzeln aufrecht in den Dünensand neben einander gestellt werden. Es dauert nicht lange, so bringt die heifse südliche Sonne die Zapfen zum Platzen. Mit einem harkenartigen Geräth, das hinter aufrecht stehenden Zinken einen Kasten trägt, werden die Zapfen gestofsen, sodafs die Samen in den Kasten des Geräths fallen. Bei der grofsen Fruchtbarkeit der Kiefern und der Menge der verfügbaren Zapfen ist eine besondere Aengstlichkeit bei der Sammlung nicht erforderlich.

Das Säen findet stets unter Beimischung des Samens von Ginster oder Stechginster und Sandgras statt. Auf ein Hektar sind 18 bis 30 kg Samen erforderlich. Die jetzt gebräuchliche Mischung ist: 25 kg Samen der Meereskiefer, 8 kg des Ginsters und 5 kg des Sandgrases. Diese Mischung wird einfach auf den Sand gestreut und mit Strauch bedeckt (couverture). Die dem Kiefernsamen beigemengten Ginster- und Sandgrassamen gehen zuerst auf. Das Sandgras entwickelt sich schnell und befestigt den Boden. Unter seinem Schutz bildet sich der Ginster zu ansehnlichen Büschen aus. Dessen Buschwerk schützt wiederum die langsamer sich entwickelnden Kiefernpflanzen. Später aber, wenn die Kiefern die Oberhand gewinnen, bilden sie den Wald und die Ginsterbüsche verbleiben ihnen als Unterholz. Stechginster und Heidekraut stellen sich von selbst ein. Statt der couverture hat man mitunter aigrettes de branchages oder aigrettes de gourbet verwandt. In den lèdes erfolgt die Saat der **Meereskiefer durch Furchen**. Es werden Rillen von 0,1 m Tiefe in 0,25 m Entfernung mit der Hacke gezogen, und in diese der Same gestreut. 10 bis 15 kg genügen meist auf ein Hektar. Die Furchen werden leicht mit dem ausgehobenen Sande verfüllt, und die Strauchdecke der Quere nach darüber gelegt. Ist der Sand feucht, so unterbleibt die Strauchdecke.

In den eigentlichen Landes östlich der grofsen Seenkette begnügt man sich zur Cultur der Meereskiefer damit, das Gelände nach der Entwässerung in Streifen von 3 bis 4 m Breite zu pflügen, hierin die Kiefernsaat auszustreuen, und sie mit dem gewonnenen Strauch zu bedecken. Streifen von gleicher Breite bleiben zwischen den Saatfeldern unbestellt. Mitunter wird dies Verfahren auch noch mehr vereinfacht: Man nimmt sich gar nicht die Mühe, das Land urbar zu machen, sondern streut den Kiefernsamen streifenweise unmittelbar über die mit Heidekraut, Ginster und Stechginster bedeckten Landes. Darauf schickt man die Schafherden durch die besäten und vorher abgesteckten Streifen; der in den Gebüschen hängende Kiefernsame fällt zu Boden und geht auf.

Das **Holz der Meereskiefer** wird als Bauholz, Grubenholz, zu Telegraphenstangen, Eisenbahnschwellen u. dgl. verwandt. Für Bauzwecke ist es verhältnifsmäfsig schwach. Dies rührt daher, dafs die Kiefernstämme schon während des

Wachsthums in hohem Maſse ausgenutzt werden. Es wird nämlich das Harz (résine) an den Bäumen gewonnen, gesammelt und in zahlreichen meist kleinen Fabriken zur Herstellung von Kolophonium und Terpentinöl benutzt. Das Sammeln des Harzes geschieht, indem die Rinde des Baumes auf 1 m Höhe abgeschält wird. Der Baum Abb. 15 zeigt an der linken Seite seines Stammes im unteren Theile eine solche Abschälung. In einen leichten Sägeschnitt quer über die untere Grenze der Abschälung wird ein Stück Zinkblech von 15 cm Länge und 3 cm Breite eingeführt und in der Mitte abwärts gebogen, sodaſs es eine Rinne bildet. Unter diese Rinne wird ein irdenes Töpfchen von 8 bis 10 cm Höhe geschoben und durch einen unter den Boden geschlagenen Nagel gehalten. Das Harz quillt aus der Oberfläche der Abschälung hervor. Es flieſst in dicken Tropfen abwärts, wird von dem Blech aufgenommen und in das Töpfchen geleitet. Zahlreiche Waldarbeiter, die nach ihrer Beschäftigung den Namen „résiniers" führen, sammeln aus den Töpfen das Harz in Eimern und entleeren diese in hölzerne Bottiche, die längs der Wege in dem Boden eingegraben sind. Kein einziger Baum in den Dünen ist ohne diese Töpfe; nur allein die Bäume der zone littorale sind ausgeschlossen. Selbst kleine Stämme von kaum 10 cm Durchmesser haben schon ihren Harztopf. An gröſseren Bäumen nimmt ihre Zahl zu. Auf Leitern, die nur aus armdicken Stangen mit aufgenagelten Knaggen bestehen, steigt der résinier geschickt in die Höhe und schlägt immer neue Stellen des Baumes an, wenn die alten Entnahmestellen ausgedörrt und nicht mehr ergiebig genug sind. Verfasser hat an einem Baum zwölf derartige Töpfe gezählt. Nach den Behauptungen der Dünenbeamten soll die Entnahme des Harzes an demselben Baum 150 Jahre lang mit Erfolg fortgesetzt werden können, sofern man die Vorsicht gebraucht, in Zeitabschnitten von sieben bis acht Jahren dem Baum ein Jahr Ruhe zu gönnen. Da dies aber gewöhnlich nicht geschieht, so werden die Bäume meist nur 60, höchstens einmal 80 Jahre alt. Es wird durch die Harzentnahme das Wachsthums des Baumes verlangsamt, seine Kraft schlieſslich erschöpft. So kommt es, daſs die Kiefern der Landes sich dem Wuchs nach mit unserer gemeinen Kiefer nicht messen können.

Eine weitere Folge des groſsen Harzreichthums der Meereskiefer ist die groſse Zahl der Feuersbrünste, die in den Landes vorkommen. Meilenweit dehnen sich oft ausgebrannte Forstflächen längs der Wege und Eisenbahnen aus. Kaum ein Monat vergeht, in dem nicht eine Feuersbrunst in den Wäldern entsteht. Auch als der Verfasser sich im Mai 1899 in Mimizan befand, war gerade in der Nähe eine Feuersbrunst ausgebrochen. In dem einen Jahre 1893 wurden in den Landes 30000 ha Wald durch Feuer zerstört. Den besten Schutz gegen diese Gefahr bieten breite Brandschutzwege (garde-feu), mit denen man die Wälder kreuzweise durchzieht. Sie werden 10 bis 25 m breit und in Entfernungen von 500 bis 1000 m angelegt. Abb. 18 zeigt einen derartigen Brandschutzweg in der Nähe des Seebades Arcachon. Mit groſser Sorgfalt wird darüber gewacht, daſs in diesen Wegen keine Vegetation sich entwickelt, die imstande wäre, das Feuer von der einen Seite nach der anderen hinüber zu leiten. Jede Befestigung unterbleibt, selbst die sich von selbst einstellenden Sandgräser und Kräuter werden ausgerodet. Auch die Zweige der Kiefern werden auf beiden Seiten möglichst kurz gehalten. Einen vollkommenen Schutz gegen die Feuersgefahr bieten trotzdem die garde-feu nicht. Denn bei den Bränden der harzreichen Kiefern springen leicht glimmende Holzstücke auf das zu schützende Feld hinüber. Bei den groſsen Bränden von 1893 hatte man festgestellt, daſs einzelne Stücke brennender Baumrinde 6 km weit geflogen waren. Immerhin sind die garde-feu wichtige Hülfsmittel für die Abgrenzung und Bekämpfung etwa entstehender Feuersbrünste. Aus diesem Grunde werden sie in den Staatsforsten Frankreichs mit Sorgfalt unterhalten. Leider sind nun die Privat-Waldungen in zahlreichen kleinen Trennstücken



Abb. 18. Brandschutzweg (garde-feu) in der Nähe des Seebades Arcachon.

und mit schlangenartig gekrümmten Grenzlinien mitten in den Staatsforsten verstreut. Im früheren Jahrhundert, als die Cultur der Dünen begann, hatte man nämlich Privatleuten, um sie zur Cultur aufzumuntern, das am leichtesten zu behandelnde Dünenland überlassen, d. s. die tief belegenen etwas feuchten Sandflächen zwischen den hohen Dünenrücken, die lèdes. Diese sind noch jetzt im Privatbesitz. Ihre Eigenthümer können nicht gesetzlich zur Anlage der Brandschutzwege gezwungen werden. Hieraus folgt, daſs fast alle Schutzwege wiederholt Unterbrechungen zeigen, bei denen das Feuer von dem einen auf das andere Jagen übertreten kann.

Bei den ausgedehnten Festlegungsarbeiten, welche unsere Wasserbauverwaltung zwischen Süderspitze und Schwarzort auf der kurischen Nehrung seit Jahren ausführt, werden die Brandschutzwege in 4 m Breite und 140 m Entfernung angelegt. Sie werden mit einer dünnen Lehmschicht bedeckt, erhalten dadurch eine schwache Benarbung und geben gute Verbindungswege. Die pflanzenlosen garde-feu der Franzosen enthalten stets tieftrockenen Dünensand. Die Breite

von 4 m genügt bei uns, denn unsere Bergkiefern erreichen nur geringe Höhen.

Die **Verwaltung der französischen Dünen** unterstand früher dem Corps des Ponts et Chaussées. Seit dem Jahre 1865 ist sie auf das Corps des Eaux et Forêts übergegangen. Wie die Bezeichnung sagt, sind die Forstbeamten gleichzeitig Wasserbautechniker; es liegt ihnen die Sorge für die Unterhaltung der kleinen Wasserläufe ob. Durch die Vorbildung, die sie zu diesem Zweck sich aneignen müssen, erscheinen sie geeignet, auch die Vordünen zu unterhalten, zumal diese in gutem Zustande sich befinden. Ungewöhnlichen Vorkommnissen in den Vordünen gegenüber sind sie freilich nicht gewachsen, wie Verfasser an einigen Stellen beobachten konnte. Die Grundlagen für den jetzigen Zustand der Vordüne, die Linienführung, die Beschaffenheit der äufseren Böschung und die Grundzüge für die Unterhaltung der Krone und inneren Böschung dankt Frankreich den ingénieurs des ponts et chaussées. Der erste Dünenbeamte in der Provinz, dem die Gesamtverwaltung der Landes obliegt, ist der Conservateur des Eaux et Forêts in Bordeaux. Der Titel würde unserm Oberbaurath oder Oberforstmeister entsprechen. Er berichtet unmittelbar an den Minister. Ihm unterstehen, nicht als Mitglieder eines Collegiums, sondern als selbständig untergeordnete Beamte, vier Inspecteurs des Eaux et Forêts. Der Geschäftsumfang wie das Gehalt dieser Beamten ist geringer als das unserer Regierungs- und Bau- oder Regierungs- und Forsträthe. Von jedem inspecteur sind in der Regel zwei gardes généraux d. s. Bauinspectoren oder Oberförster abhängig, die ihren Wohnsitz im Dünengebiet haben. Die Hülfsbeamten der gardes généraux für die Unterhaltung der Dünen sind brigadiers und cantonniers. Die letzteren sind die eigentlichen Dünenaufseher. Sie wohnen in Dienstgebäuden, die längs der ganzen Küste vertheilt sind, und haben bei gröfseren Bauausführungen die Arbeiterrotten zu beaufsichtigen, in der übrigen Zeit aber ausnahmslos die Aufgabe, alle für die Unterhaltung der Vordünen erforderlichen Arbeiten sofort persönlich auszuführen. Sie sind daher besseren Vorarbeitern zu vergleichen. Das geringe Arbeitsgeräth führen sie mit sich. Sie entnehmen das für die Ausfüllung von Blöfsen erforderliche Sandgras den in der Nähe immer zu findenden dichten Büschen, verpflanzen es sofort und verhüten dadurch das Auftreten tiefer Windrisse. Eine kleine Fahne, die jeder mitführt und auf der Krone der Vordüne aufstellt, zeigt dem überwachenden Beamten jederzeit die Stelle, wo er den cantonnier findet. Die Länge der jedem Aufseher überwiesenen Strecke beträgt 5 bis 10 km. Die brigadiers sind beritten und werden mitunter den gardes généraux zur Beaufsichtigung der cantonniers beigegeben.

Es ist augenscheinlich, dafs diese Art der Unterhaltung sehr viel Vorzüge besitzt. Nirgends ist es so wichtig, dafs die kleinsten vorkommenden Schäden sofort erkannt und beseitigt werden, wie gerade bei der Unterhaltung der Vordünen. Durch schnelles Eingreifen können hier grofse Summen erspart werden. Die Schäden, die nicht sofort erkannt und gehoben werden, vergröfsern sich von Tag zu Tag und können schliefslich nur mit einem erheblichen Aufwand von Arbeitern, Geld und Zeit beseitigt werden. Das französische Verfahren der Vordünen-Unterhaltung verdient daher Beachtung, die Anstellung tüchtiger Vorarbeiter als Beamte für die Beaufsichtigung und dauernde Unterhaltung der Vordünen erscheint auch bei uns nachahmenswerth. Die Länge der Strecke, die man einem einzelnen Vorarbeiter überweisen kann, hängt von dem Zustande der Vordüne und den Angriffen ab, denen sie ausgesetzt ist. Von den französischen Oberbeamten wurden dem Verfasser die Aufsichtsbezirke, die nahezu 10 km umfassen, als für einen cantonnier zu grofs angegeben.

Jetzt sind die Hauptarbeiten in den Landes beendet. Gut ausgebildete und unterhaltene Vordünen sichern die Küste. Kahle Wanderdünen sind so gut wie gar nicht vorhanden. Ausgedehnte Kiefernwälder bedecken den Boden. Sie werden unterbrochen durch die grofsen Süfswasserseen, die, umgeben von waldbedeckten Sandbergen, viel landschaftliche Reize bieten. Näher dem Innern, in den eigentlichen Landes, sind zwischen den Wäldern mehr oder weniger grofse Weideflächen geblieben, die noch wie früher mit Schafherden bevölkert sind. Wiesen und Aecker schliefsen sich an, die trotz des sandigen Bodens in verhältnifsmäfsig gutem Zustande sich befinden. Dörfer sind freilich nur spärlich vorhanden; aber aus ihren schmucken Häusern schaut dem Besucher der Wohlstand entgegen. 735000 Hektar öder Sandflächen sind in hundert Jahren durch den Dünenbau zu einem gesunden und wohlbestellten Landstrich geworden.

Quellen über französische Dünen.

Bremontier. Rapport sur les differents mémoires de Mr. Brémontier. Soc. d'agriculture de la Seine 1806.

Lefort, Memoire sur les dunes etc. Annales des ponts et chaussées 1831.

Brémontier. Mémoire sur les dunes etc. 1798. Mit ergänzenden Mittheilungen in den Annales des ponts et chaussées 1833. I S. 145.

Lorentz, Notice sur le pin maritime. Annales forestières 1842.

Laval, Mémoire sur les dunes de Gascogne. Annales des ponts et chaussées 1847. II. S. 218.

Ch. Bal, La vérité sur la fixation des dunes 1850.

E. Reclus, Etude sur les dunes. Bull. de la soc. de géogr. 1865. IX. S. 193.

Mezuret. Notre-Dame de Soulac. Lesparre 1865.

de Vasselot de Régné, La dune littorale. Revue des eaux et forêts 1875.

de Vasselot de Régné, Les dunes de la Coubre. Imp. nat. 1878.

Chambrelent, Mémoire sur l'assainissement et la mise en valeur des Landes de Gascogne. Annales des ponts et chaussées 1878. II. S. 157.

Delfortrie, Les dunes littorales du golfe de Gascogne 1879.

Goursaud, Les Landes et les dunes de Gascogne. Revue des eaux et forêts 1879—80.

Sauvage, Les dunes de la Normandie. Bull. de la soc. géol. de France. 1880 S. 601.

Ed. Blanc, Etude sur le résinage. Revue des eaux et forêts 1885.

Grandjean. La dune littorale. Rev. des eaux et forêts 1886.

Labat, Les dunes maritimes et les sables littoraux. Bull. de la soc. géol. de France 1889—90. S. 259.

Dulignon-Desgranges, Les dunes de Gascogne, le bassin d'Arcachon et le baron de Villers. 1890.

Durègne, Sur la distinction de deux âges dans la formation de dunes de Gascogne. Comptes Rendus 1890. S. 1006.

Goudineau, Navigabilite de la Gironde. Bordeaux 1891.

Chambrelent, Les dunes du golfe de Biscaya. Comptes Rendus 1892, S. 883.

Thoulet, Le bassin d'Arcachon. Revue des deux Mondes. 15 août 1893.

Grandjean. Les Landes et les dunes de Gascogne. Paris 1897.

Buffault, Etude sur la côte et les dunes du Medoc. Souvigny (Allier) 1897.

Buchdruckerei des Waisenhauses in Halle a. d. S.

Statistische Nachweisungen

über ausgeführte Wasserbauten des preufsischen Staates.

(Bearbeitet im Ministerium der öffentlichen Arbeiten.)

Zur Einführung.

Die statistische Bearbeitung des staatlichen Hochbauwesens ist, wie die seit dem Jahre 1883 an dieser Stelle veröffentlichten „Statistischen Nachweisungen“ darthun, mit bestem Erfolge durchgeführt worden. Wenn demgegenüber das nicht minder wichtige Gebiet des staatlichen Wasserbaues trotz wiederholter Anregungen und Versuche bisher eine gleiche Behandlung nicht erfahren hat, so lag dies neben gewissen in der Eigenart des Gegenstandes begründeten Schwierigkeiten vornehmlich in dem Bedenken, dafs der Nutzen einer derartigen Statistik — wenigstens in der bei den früheren Versuchen beabsichtigten, sehr ins einzelne gehenden Form — aufser Verhältnifs zu der darauf zu verwendenden Arbeit stehen würde.

Nachdem die Bearbeitung der Wasserbaustatistik durch den Runderlafs des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 10. November 1896 unter Aufhebung der bisher gültigen Bestimmungen neu geregelt ist, mufste daher vor allem darauf gesehen werden, durch möglichste Vereinfachung und Einschränkung dem erwähnten Bedenken Rechnung zu tragen.

Die Aufgaben und Ziele der Wasserbaustatistik sind in dem angeführten Runderlafs in folgender Weise festgesetzt. Sie soll

1. ein Bild von dem Umfange der wasserbaulichen Thätigkeit geben,
2. die auf mafsgebende (charakteristische) Einheiten zurückgeführten Ausführungskosten der Bauanlagen sowie die durchschnittlichen Einheitspreise gewisser Bauarbeiten ermitteln,
3. eine Vergleichung der Anschlags- und Ausführungskosten ermöglichen,
4. die Baubeamten durch eine gedrängte Uebersicht über die wichtigeren Bauausführungen auf die Ausnutzung der dabei gemachten Fortschritte hinweisen und ihnen Vorbilder für das Entwerfen ähnlicher Bauten an die Hand geben.

Weiterhin ist zu bemerken, dafs von sämtlichen in das Gebiet fallenden Bauausführungen nur diejenigen in Betracht gezogen werden sollen, welche in sich geschlossen, anschlagsmäfsig einen Kostenaufwand von 30000 *M* und darüber erfordern. Eine fernere Einschränkung ergiebt sich daraus, dafs Wiederherstellungs- und Umbauten nur in gewissen Fällen berücksichtigt werden können.

Der unter 1 angegebene Zweck findet durch die seit dem Jahre 1898 im Centralblatt der Bauverwaltung veröffentlichten jährlichen „Zusammenstellungen der unter Mitwirkung der Staatsbaubeamten in Preufsen entwickelten Bauthätigkeit auf dem Gebiete des Wasserbaues“ und die jährlichen „Kostenzusammenstellungen der vollendeten Wasserbauten“ seine Erledigung. Den übrigen Forderungen wird in Zukunft die hiermit begonnene Veröffentlichung der „Statistischen Nachweisungen“ zu genügen suchen. Was die Zeit der in diesen behandelten Bauausführungen betrifft, so verbot die häufig ohnehin schwierige Beschaffung der Unterlagen, dabei allzuweit zurückzugreifen. Daher sind im allgemeinen nur die seit dem Jahre 1892 begonnenen gröfseren Bauten berücksichtigt worden.

Um eine Gesamtübersicht zu gewinnen, ist zunächst eine Trennung der Wasserbauanlagen nach Gattungen vorgenommen, wobei sich folgende Hauptgruppen ergeben haben:*)

I. Häfen.
II. Flufs- und Fahrwasserregulirungen.
III. Flufscanalisirungen.
IV. Schiffahrtscanäle.
V. Seeschutzbauten.
VI. Eindeichungen.
VII. Dünenbauten.
VIII. Strafsen- und Wegebauten.
IX. Wasserversorgungen.
X. Entwässerungen.
XI. Bauhöfe.
XII. Uferbefestigungen.
XIII. Strafsenbrücken.
XIV. Canalbrücken.
XV. Wehre.
XVI. Schleusen.
XVII. Düker und Durchlässe.
XVIII. Hellinge.
XIX. Leuchtfeueranlagen.
XX. Fähranstalten.
XXI. Landungsanlagen.
XXII. Fahrzeuge.
XXIII. Bagger.
XXIV. Maschinenanlagen.
XXV. Vermessungen.
XXVI. Sonstige Bauten.

Wie ersichtlich, stellen die Gruppen I bis XI ihrem Wesen nach im allgemeinen gröfsere zusammenhängende Anlagen dar,

*) Unter theilweiser Abänderung der im Centralbl. d. Bauverw. 1898 S. 543 gegebenen Eintheilung.

welche in der Regel eine Anzahl der in den folgenden Gruppen bezeichneten Einzelbauten in sich schliefsen. Einige Gruppen, beispielsweise und besonders diejenigen unter Nr. VIII bis XIII, zerfallen je ihrer Anordnung und den verwandten Baustoffen nach in mehrere Unterarten, sodafs sich die angegebene Eintheilung noch erweitert.

Entsprechend der in Punkt 2 des Runderlasses gestellten doppelten Aufgaben sind zwei Hauptarten von Tabellen aufgestellt. Die Tabellen A behandeln die Statistik der Bauanlagen im ganzen und ermitteln deren mafsgebende Einheitskosten, die Tabellen B enthalten die Statistik der Bauarbeiten und deren Einheitspreise. Die weitere Bezeichnung nach Gattungen erfolgt bei beiden Arten durch römische Zahlen und schliefst sich der oben gegebenen Gruppentheilung an.

Der erste Theil der Aufgabe stöfst von vornherein auf gewisse Schwierigkeiten hinsichtlich der Wahl der einzuführenden Einheiten. Sollen diese geeignete Anhalts- und Vergleichspunkte bilden, welche es beim Aufstellen und Prüfen überschläglger Kostenberechnungen geplanter Bauten ermöglichen, schnell und ohne eingehende Untersuchungen Schlüsse auf die vermuthlichen Ausführungskosten zu ziehen, so müssen sie vor allem

1. ihrer Art nach zutreffende Kostenmesser darstellen,
2. aus gewissen den Bauzeichnungen ohne weiteres zu entnehmenden Abmessungen oder daraus abzuleitenden Verhältnifszahlen gebildet werden können. An Stelle dieser Mafs- und Flächenraumgröfsen und neben denselben können unter Umständen auch Nutzwerthe gesetzt werden.

Während sich bei der Statistik des Hochbauwesens die für alle Klassen der vorkommenden Bauten verwendbaren Einheiten in der bebauten Grundfläche und dem umbauten Raume darbieten, ergeben sich für die Statistik des Wasserbaues derartige allgemein gültige und bequeme Vergleichsmafse nicht überall. Bei der Eigenthümlichkeit des Wasserbaues, welcher so viele, in der Anordnung, dem Zwecke und den angewandten Baustoffen so verschiedenartige Bauten umfafst und bei dem die örtlichen Verhältnisse, besonders die Art des Baugrundes auf die zu treffenden Mafsnahmen einen so wesentlichen Einflufs ausüben, ohne dafs dieser, wie es bei der Statistik des Hochbaues durch Ausschlufs der künstlichen Gründungsarbeiten möglich ist, von vornherein aus der Berechnung ausgeschaltet werden kann, gestaltet sich die Untersuchung der auf die Höhe der Ausführungskosten einwirkenden Umstände und ihres Zusammenhanges mit jenen Kosten wesentlich verwickelter. Es mufsten hier für die meisten Gattungen besondere aus den gegebenen Abmessungen unter bestimmten Gesichtspunkten abgeleitete Einheitsbegriffe aufgestellt werden. Auch mufste dabei von der Heranziehung von Nutzeinheiten in den meisten Fällen abgesehen werden. Bei den meisten Gattungen sind, um der gestellten Aufgabe besser zu genügen und um erwünschtenfalls Vergleichsrechnungen zu ermöglichen, gleichzeitig verschiedene Einheiten eingeführt worden. Daneben sind, wo dies angängig und vortheilhaft erschien, auch für gewisse Haupttheile der Bauwerke, im besonderen für die Gründungsarbeiten, die Einheitskosten ermittelt worden. Ob die in den Tabellen angenommenen mafsgebenden Einheiten thatsächlich überall für den beabsichtigten Zweck geeignet sind, läfst sich zur Zeit mangels ausreichender Erfahrung nicht übersehen. Es ist möglich, dafs sich später in einem oder anderen Falle Aenderungen als wünschenswerth herausstellen.

Die Einrichtung der Tabellen A ist bei den verschiedenen Gattungen der Bauten dem Wesen der letzteren nach zwar im einzelnen von einander abweichend, doch ist ihre Anordnung im allgemeinen in folgender Weise durchgeführt. Nach Angabe der Bestimmung und des Ortes des Baues ist eine kurze Beschreibung der baulichen Anordnung und Ausführung gegeben, welche im Bedarfsfalle durch beigefügte Abbildungen erläutert wird. Zur weiteren Kennzeichnung folgen Angaben über den Baugrund, die Wasserstandsverhältnisse u. dergl. sowie die wichtigsten Abmessungen des Bauwerkes. Die ferneren Spalten enthalten die Gesamtkosten nach der Veranschlagung und nach der Ausführung, die für den Grunderwerb, das eigentliche Bauwerk, die Nebenanlagen und für Insgemein verausgabten Theilbeträge, ferner die auf die Haupttheile des eigentlichen Bauwerkes, beispielsweise die Gründung, den Aufbau usw. entfallenden Summen und endlich die auf die mafsgebenden Einheilen kommenden Kosten des eigentlichen Bauwerkes. Den Schlufs bilden Bemerkungen über die Höhe der Ausführungskosten und sonstige Erläuterungen. Bei Ausfüllung der Spalten zeigen sich Schwierigkeiten unter anderem besonders in der erforderlichen sachgemäfsen Trennung der Kosten des eigentlichen Bauwerkes sowohl von denen der Nebenanlagen als auch den Insgemeinkosten, da eine solche in den Kostenanschlägen und Abrechnungen häufig nicht scharf genug durchgeführt wird. Zum richtigen Verständnifs der betreffenden Spalten ist zu bemerken, dafs zu dem eigentlichen Bauwerk in der Regel nur dessen wesentliche, unmittelbare Bestandtheile gerechnet sind. Beispielsweise bei den Schleusen: die Kammer mit den Häuptern und Flügelmauern und sonstigen dazu gehörigen beweglichen und unbeweglichen Theilen; bei den Wehren: der Wehrkörper, die Land- und Strompfeiler und die Stauvorrichtung; bei Brücken: die Pfeiler und der Brückenüberbau mit der Fahrbahn und den Geländern; in ähnlicher Weise bei den übrigen Gattungen. Als Nebenanlagen sind dagegen die im Zusammenhange mit dem Hauptbauwerk ausgeführten, meistens durch die örtlichen Verhältnisse oder zufällige Nebenumstände bedingten Baulichkeiten angesehen, wie beispielsweise Ufertreppen, Ufer- und Sohlenbefestigungen, kleine Regulirungs- und Leitwerke, Nothbrücken, Rampenanlagen, Eisbrecher, Entwässerungs- und Beleuchtungsanlagen, Wärterbuden, Zufahrtswege usw. usw. Die Spalte der Insgemeinkosten endlich enthält die für allgemeine, bei jedem Theil der Ausführung auftretende Erfordernisse zu machenden Aufwendungen, die den Rest der in den vorhergehenden Spalten nicht enthaltenen Baukosten bilden.

Die Tabellen B, welche, wie bemerkt, zur Ermittlung der Durchschnittspreise der hauptsächlichsten Bauarbeiten dienen sollen, weisen bei sämtlichen Gattungen die gleiche Anordnung auf. Sie schliefsen sich den Tabellen A in derselben Reihenfolge und in der Weise unmittelbar an, dafs sie die bei den dort aufgeführten Bauten vorgenommenen hauptsächlichsten Bauarbeiten nach deren Massen, Betriebsart und Kosten einschliefslich der Baustoffe im ganzen und im Einzelpreise angeben. Sie bilden somit nicht blofs eine Ergänzung und Erweiterung der Tabellen A, sondern werden auch gleichzeitig von letzteren ergänzt, wenn es erwünscht erscheint, bei der Vergleichung der Einheitspreise der Bauarbeiten nebenher auch die allgemeine bauliche Anordnung, Ausführung und Oertlichkeit in Rücksicht zu ziehen.

Durch die Einrichtung der Tabellen wird, wie ersichtlich, zugleich auch den in den Punkten 3 und 4 des mehrerwähnten Runderlasses gestellten Forderungen entsprochen: dem Punkt 3 unmittelbar durch Nebeneinanderstellung der Anschlags- und Ausführungskosten, dem Punkt 4, insofern durch die kurze, aber das Wesen der Bauten in seinen Hauptzügen kennzeichnende Beschreibung und die beigefügten Abbildungen den Baubeamten Anregung gegeben wird, beim Aufstellen von Entwürfen erforderlichenfalls durch nähere Kenntnifsnahme von den Bauzeichnungen, Kostenanschlägen oder sonstigen Angaben oder auch durch örtliche



Besichtigung die eigene Arbeit zu fördern. Die Statistik bietet aufserdem in der gewählten Form einen gewissen Ersatz für die ihres geringen Umfanges wegen oder aus sonstigen Gründen unterbleibende Veröffentlichung solcher Bauten, deren, wenn auch in flüchtigen Umrissen gehaltene, Bekanntgabe in vielen Fällen erwünscht sein kann.

Der aus den statistischen Nachweisungen erwachsende Nutzen kann nach den obigen Auseinandersetzungen und besonders im Hinblick auf den verschiedenen Einflufs, welchen z. B. die mehr oder weniger erschwerte Anfuhr der Baustoffe oder Unterbringung der Arbeiter, etwaige Störungen durch Hochwasser oder andere durch die Oertlichkeit oder anderweit bedingte Umstände auf die Höhe der Kosten ausüben können, nicht darin bestehen, dafs allgemein gültige und ohne weiteres verwendbare Durchschnittswerthe gewonnen werden. Bei der Benutzung der Tabellen werden vielmehr in jedem Falle sämtliche in Frage kommenden Verhältnisse berücksichtigt werden müssen, wenn die angegebenen Werthe der Einheitskosten nicht zu Trugschlüssen führen sollen. Die in den Tabellen enthaltenen Beispiele können deshalb nur gewisse Anhalts- und Vergleichspunkte liefern, deren kritische Auswahl und Anwendung auf den einzelnen Fall dem Leser überlassen bleiben mufs.

Die Reihenfolge der nachstehend veröffentlichten Nachweisungen schliefst sich der oben gegebenen Gruppentheilung nicht an, da der Beginn der Bearbeitung der einzelnen Gattungen in erster Stelle von dem Vorhandensein einer entsprechenden Anzahl ausgeführter Bauten derselben Gattung abhängig war. Die zunächst folgenden Tabellen behandeln von den Uferbefestigungen die Ufermauern und Uferschälungen und die Wehre und Schleusen. Die Bearbeitung weiterer Gattungen wird nach Mafsgabe des zur Verfügung stehenden Bestandes an Beispielen erfolgen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Gewässer. Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Bei der Berechnung der Standsicherheit angenommene Nutzlast	Länge des Bauwerks m	Höhe der Mauer über: Unterkante des Grundbaues m	Oberkante des Grundbaues m	durchschnittl. Sohle des Gewässers m	Niedrigwasser m	Ansichtsfläche über der durchschnittl. Sohle des Gewässers (Sp. 7 u. 10) qm	Querschnittsfläche des Mauerwerks qm	Grundfläche des Grundbaues qm
1	Ufermauer: **Cosel,** Umschlagshafen. Ober-Präsid. Breslau	Stampfbeton mit Klinkerverblendung, als Abdeckung Granitplatten. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. (S. Zeitschr. f. Bauw. 1896 S. 361).	92 bis 94	Festgelagerter Sand	1,2 t auf 1 qm Grundfläche	200,0	8,35 Betonbett	7,35	7,35	6,55	1470	20[1])	714
2	**Neufahrwasser,** Hafencanal. Regierung Danzig	Bruchsteinmauerwerk, als Abdeckung Granitplatten. Gründung: Beton auf Pfählen zwischen Spundwänden. Abstand der Verankerungen 4 m, der vorgesetzten Reibpfähle 6 m. Die Ausführung geschah im Schutze eines Fangedammes.	91 bis 94	Feiner Sand	1,6 t auf 1 qm Grundfläche	611,0	7,3 Betonbett	5,0	5,0 (in 6 m Abstand von der Mauer: 8,0)	2,78	3605	13[1])	1375
3	**Berlin,** Kupfergraben, An der Schloßfreiheit. Ministerial-Baucommission	Bruchsteinmauerwerk, im oberen Theil mit Sandstein, in den 2 unteren Schichten mit Granitwerksteinen verblendet. Abdeckung mit Granitplatten. Gründung: Beton auf Pfählen zwischen Spundwänden.	94 bis 97	sieh Abb.	0,4 t auf 1 qm Grundfläche	81,0	6,7 Betonbett	4,65	6,56	4,6	531	12[1])	186
4	**Berlin,** Spree, von der Weidendammer- bis zur Ebertsbrücke. Ministerial-Baucommission	Bruchsteinmauerwerk, im oberen Theile Ziegelmauerwerk mit Sandsteinverblendung. Abdeckung mit Granitplatten. Gründung: Beton auf Pfählen zwischen Spundwänden.	92 bis 95	Sand	desgl.	221,0	Wechselnd von 6,0 bis 7,5 Betonbett	3,9 bis 5,4	4,8 bis 6,4	3,5 bis 5,1	1260	9,6[1]) bis 13	493
5	**Glückstadt,** Außenhafen. Regierung Schleswig	Klinkermauerwerk, als Abdeckung Granitplatten. Gründung: Hoher Pfahlrost mit hinterer Spundwand. Unter dem Rostbelag ist die Erdböschung mit einer 50 cm starken Ziegelbrockenschicht bedeckt.	93 bis 96	sieh Abb.	desgl.	85,0	19,6 Pfahlspitzen	3,2 Rostbelag	6,8	3,96	578	4,7	319
6	**Glückstadt,** sonst wie Nr. 5	In allem wie Nr. 5	95 bis 96	wie bei Nr. 5	desgl.	124,0	19,6 Pfahlspitzen	3,2	6,8	3,96	847	4,7	464
7	**Ruhrort,** Kaiserhafen. Regierung Düsseldorf	Bruchsteinmauerwerk mit Sandsteinverblendung, als Abdeckung Granitplatten. Der Unterbau besteht aus einzelnen Brunnen mit viereckigem Grundriß aus Bruchsteinmauerwerk, ausgefüllt mit Stampfbeton. Der Zwischenraum ist durch Klinkergewölbe überspannt; den hinteren Abschluß bildet ein senkrechtes Rostgitter aus I-Eisen, dahinter Schotter. Die Erdböschung unter den Gewölben ist abgepflastert.	»	Festgelagerter Kies	1,3 t auf 1 qm Grundfläche	246,0	10,5 Brunnenkranz	4,0 über den Kämpfern der Gewölbe	8,5	6,55	2091	3,8 über den Kämpfern der Gewölbe	620 Brunnenfläche

1:400

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Haupttheile des eigentl. Bauwerks		Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten	Sonstige Bemerkungen.
								1 qm Grundfläche des Grundbaues (Sp. 14 u. 21)	des eigentlichen Bauwerks			
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Aufgehendes Mauerwerk		1 m Länge der Mauer (Sp. 7 u. 18)	1 qm Ansichtsfläche (Sp. 12 u. 18)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
140 000²)	101 595	—	100 453	—	1 142	51 135	49 318	71,6	502,3	68,2	Ersparnifs infolge niedriger Verdingungspreise	
710 000	709 941	—	513 312	20 077⁵)	176 552⁷)	386 623	126 689	281,2	840,1	142,4	—	
77 350	53 386	—	35 757	—	17 629	19 362	16 395	104,1	441,4	67,2	Ersparnifs infolge niedriger Verdingungspreise und Verwendung beim Abbruch gewonnener Baustoffe	
172 500	157 931	—	115 600	5 900⁴)	36 431	64 152	44 916	190,1	523,1	91,7	—	—
81 000	80 541	—	63 368	—	17 173	48 859	14 509	153,2	745,5	109,6		
133 500	132 027	—	90 156	6 483⁵)	35 388⁸)	67 792	22 364	146,1	727,1	106,4		
Ufermauer: 151 000	151 883	—	144 564	2 398⁶)	4 921	84 097	60 467	135,6	587,7	69,1	—	—
Gleisanlagen: 40 000	38 768	—	36 207	—	2 591					—	—	—
zus. 191 000	190 651											

¹) einschl. des Betonbettes.

²) Die Kosten des Grunderwerbs, der Wasserhaltung und der Bauleitung sind anderweit veranschlagt und verrechnet.

³) 42 Stück Anbindesteine und Umlegung von 611 m Eisenbahngleisen.

⁴) Wassertreppen u. dergl.

⁵) Drehkrahn von 5 t Tragkraft.

⁶) 2 Wärterbuden.

⁷) Darunter die 44 035 ℳ betragenden Abbruchskosten der alten Mauer und 62 025 ℳ für Beschaffung von Hülfsmaschinen und Geräthen.

⁸) Darunter die Abbruchskosten der alten Bohlwerke usw. mit 7 669 ℳ.

Abb. zu Nr. 5 und 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Gewässer. Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Bei der Berechnung der Standsicherheit angenommene Nutzlast	Länge des Bauwerks	Höhe des Bohlwerkholmes über			Bohlwerkfläche vom Holm bis zu den Pfahlspitzen der Spundwand (Sp. 7 u. 8)	Ansichtsfläche über der durchschnittl. Sohle des Gewässers (Sp. 7 u. 9)
							den Pfahlspitzen der Spundwand	der durchschnittl. Sohle des Gewässers	Niedrigwasser		
						m	m	m	m	qm	qm
1	Uferschälung: **Neufahrwasser,** Hafencanal. Regierung Danzig	Spundwand mit doppelter Gurtung bis Mittelwasserhöhe, darüber zwischen T-Eisen eingeschobene Monierplatten von 1,4 m Breite. Hinter der Spundwand ist im Abstande von 0,5 bis 1 m eine Stützwand geschlagen und der Zwischenraum mit Kies ausgefüllt. Verankerungen in Abständen von 2,8 m mit Monierplatten als Ankertafeln. Gordungspfähle alle 6 m.	96 bis 97	Feiner Sand	1,9 t auf 1 qm	131,4	10,9	5,8	2,75	1 432	762
2	**Swinemünde,** Winterhafen. Regierung Stettin	Spundwand mit doppelter Gurtung in Mittelwasserhöhe. Verankerungen und Gordungspfähle alle 4 m. Der Bau, sowie die unter Nr. 3 bis 5 aufgeführten Bohlwerke bilden Theile der in den Jahren 1893 bis 1898 ausgeführten Regulirung der Swine von der Kaiserfahrt bis Swinemünde.	93 bis 94	Fester Sand	die Abmessungen sind nach örtlichen Erfahrungen festgesetzt	320,0	7,6	5,0	1,2	2 432	1 600
3	**Swinemünde,** Eich-Staden (Strecke 1). Sonst wie Nr. 2.	Wie Nr. 2.	94	desgl.	desgl.	334,0	7,5	4,0	1,2	2 505	1 336
4	**Swinemünde,** Eich-Staden (Strecke 2). Regierung Stettin	Bis Mittelwasser Spundwand mit doppelter Gurtung, darüber hinter den Gordungspfählen Bohlwand, Abstand der Gordungspfähle 1,33 m, der Verankerungen 4 m.	94 bis 95	Fester feiner Sand	desgl.	1402,0	15,0	8,5	3,3	21 030	11 917
5	**Swinemünde,** Eich-Staden (Strecke 3). Sonst wie Nr. 4.	Bei der um 1 m geringeren Wassertiefe sind die Gordungspfähle und die Spundwand entsprechend kürzer, im übrigen wie Nr. 4.	95 bis 96	Sand	desgl.	962,0	13,0	7,5	3,2	12 506	7 215
6	**Emden,** Hafen, Westerbutfenne. Regierung Aurich	Verholmte Spundwand mit vorgesetzten Gordungspfählen in Abständen von 12 m. Verankerungen alle 3 m.	95 bis 96	Fester sandiger Klei	0,8 t auf 1 qm Grundfläche	148,0	9,1	4,6	1,1	1 347	681

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Einheitskosten des eigentlichen Bauwerks			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten	Sonstige Bemerkungen.
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	1 m Länge des Bohlwerks (Sp. 7 u. 16)	1 qm Bohlwerkfläche (Sp. 11 u. 16)	1 qm Ansichtsfläche (Sp. 13 u. 16)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
63 000	62 950	—	46 521	—	16 429 [2])	354,1	32,5	61,1	—	[1]) Nicht im einzelnen veranschlagt, da die Bauart beim Beginn des Baues noch nicht feststand. [2]) Darunter die 9295 ℳ betragenden Abbruchskosten des alten Bohlwerks. [3]) Die Insgemeinkosten sind auf den Gesamtkostenanschlag der Swine-Regulirung verrechnet.
— [1])	47 573	—	47 573	—	— [3])	148,7	19,6	29,7	—	—
— [1])	71 643	—	71 643	—	— [3])	214,5	28,6	53,6	—	—
— [1])	635 807	—	635 807	—	— [3])	453,5	30,2	63,4	—	—
— [1])	287 638	—	287 638	—	— [3])	299,0	23,0	39,9	—	—
48 400	42 098	—	40 343	1234	521	272,6	30,0	59,2	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Flufs. Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Größtes Gefälle	Durchflufsweite zwischen den Pfeilern	Höhe des Wehrrückens über der mittleren Flufssohle	Verbauter Theil des Flufsquerschnittes (Sp. 7 u. 8)	Grundfläche des Grundbaues	Gesammtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage	Gesammtkosten der Bauanlage nach der Ausführung
					m	m	m	qm	qm	ℳ	ℳ
1	Ueberfallwehr: **Oppeln,** Winska. Ober-Präsid. Breslau	1 Oeffnung von 36 m Weite, Wehrrücken 1 m über Mittelwasser. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Der Wehrrücken und die Landpfeiler: Klinkermauerwerk unter Verwendung von Granitwerksteinen für die Wehrkrone, den Abfallboden und die vortretenden Kanten. 10 m breites Sturzbett aus Senkfaschinen mit Steinbewurf.	94 bis 95	Festgelagerter kiesiger Sand	2,0	36,0	2,3	79	158	61 000	36 500[1])
2	**Niedersaathen,** Meglitze. Sonst wie Nr. 1	1 Oeffnung von 69 m Weite, Wehrrücken in Höhe des Niedrigwassers. Der Wehrkörper ist durch Spundwände eingefafst und besteht aus 5 Reihen von Rundpfählen, welche oben durch Holme verbunden und durch einen 10 cm starken Bohlenbelag abgedeckt sind. Der Zwischenraum ist mit Thon ausgefüllt. An Stelle der fehlenden Landpfeiler sind die Uferböschungen abgepflastert und die Längsspundwände mit den letzteren hochgeführt. Oberhalb des Wehrs ist eine Thonschüttung vorgelegt, unterhalb ein 25 m breites Sturzbett aus Sinkstücken mit Steinbewurf angeordnet.	96 bis 97	Festgelagerter Sand und Lehm	unbestimmt	69,0 in Höhe des Niedrigwassers	3,5	212	462	72 000	64 200[2])

1:400

1:800

1:800

2. Bewegliche Wehre.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Flufs. Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Gröfstes Gefälle	Durchflufsweite zwischen den Pfeilern	Höhe des Normalstaues über dem Wehrrücken	Flächeninhalt der Durchflufsöffnung bei Normalstau	Grundfläche des Grundbaues	Gesammtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage	Gesammtkosten der Bauanlage nach der Ausführung
					m	m	m	qm	qm	ℳ	ℳ
1	Nadelwehr: **Janaschkowitz,** Obere Oder. Ober-Präsid. Breslau	2 Oeffnungen von 52,8 und 25 m Weite, dazwischen ein 3,5 m starker Mittelpfeiler. Der feste Wehrrücken, der als Schiffsdurchlafs dienenden kleineren Oeffnung liegt in Höhe der Flufssohle, der der gröfseren Oeffnung 0,50 m höher. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Pfeiler und Wehrrücken sind aus Klinkermauerwerk hergestellt unter Verwendung von Granitwerksteinen für die vortretenden Kanten und als Auflager der Wehrböcke. Im linksseitigen Landpfeiler ist ein Fischpafs mit 5 Kammern angeordnet. Das Sturzbett besteht aus einer Senkfaschinenlage mit Steinbewurf, unterhalb des Schiffsdurchlasses aus einer 1 m starken Betonlage von 10 m Breite. (Näheres zu Nr. 1 bis 12 s. Centralbl. d. Bauv. 1894 S. 1 und Zeitschr. f. Bauw. 1896 S. 361.)	93 bis 95	Festgelagerter kiesiger Sand	2,60	77,8	3,10 bezw. 3,60	254	896[3])	240 000	168 500[3])
2	**Krempa,** sonst wie Nr. 1	Der Mittelpfeiler ist 4,15 m stark. Fischpafs mit 5 Kammern im linksseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	92 bis 95	desgl.	2,50	77,8	3,00 bezw. 3,50	246	918[4])	225 000	159 000[4])
3	**Krappitz,** sonst wie Nr. 1	2 Oeffnungen von je 35,3 m; 1 desgleichen als Schiffsdurchlafs von 25 m Weite. 2 Mittelpfeiler je 3,37 m stark. Fischpafs mit 5 Kammern im rechtsseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	93 bis 96	desgl.	2,00	95,6	3,10 bezw. 3,60	309	1038[5])	295 000	222 400[5])

Fischpass

Sturzbett

Betonbett

Wehr

Schiffsdurchlass

1:600

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Kosten				Kosten der Hauptheile des eigentl. Bauwerks		Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten	Sonstige Bemerkungen.
des Grunderwerbs und sonstiger Entschädigungen	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten u. Wasserhaltung	Wehrkörper und Pfeiler	des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Sp. 10 u. 17)	des eigentl. Bauwerks 1 m Durchflußweite (Sp. 7 u. 14)	des eigentl. Bauwerks 1 qm verbauten Flußquerschnittes (Sp. 9 u. 14)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
—	23 900	6600³)	6000	18 020	5880	114,1	663,3	302,5	Ersparniß durch Verwendung vorhandener Baustoffe	¹) Die Kosten des Grunderwerbs und der Bauleitung sind anderweit veranschlagt und verrechnet. ²) Die Kosten des Grunderwerbs, des Sturzbettes und der Uferbefestigungen sind anderweit veranschlagt und verrechnet. ³) Sturzbett und Uferbefestigungen. ⁴) Die Kosten des Grundbaues lassen sich bei der gewählten Bauart von denen der übrigen Arbeiten nicht gut trennen.
—	57 900	—	6240	57 900⁴)		—	840,0	239,5	Ersparniß infolge niedriger Verdingungspreise	

2. Bewegliche Wehre.

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Kosten				Kosten der Hauptheile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten				Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten	Sonstige Bemerkungen.
des Grunderwerbs und sonst. Entschädigungen	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Wehrkörper und Pfeiler	Wehrverschluß m. Beweg.-Vorricht., Laufbrücke usw.	des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Spalte 10 u. 17)	des Wehrverschlusses usw. 1 qm Durchflußöffnung (Sp. 9 u. 19)	des eigentlichen Bauwerks 1 m lichter Durchflußweite (Sp. 7 u. 14)	des eigentlichen Bauwerks 1 qm Durchflußöffnung (Sp. 9 u. 14)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
—	142 800	12 000³)	13 700	79 383	32 697	30 720	88,6	121,1	1835,5	562,9	Ersparniß besonders durch Verwendung anderweit erübrigter Baustoffe	¹) Einschl. des Betonsturzbettes unterhalb des Schiffsdurchlasses. ²) Die Kosten des Grunderwerbs und der Bauleitung sind anderweit veranschlagt und verrechnet. ³) Das Faschinensturzbett = 1320 qm ⁴) desgl. = 1340 „ ⁵) desgl. = 1750 „
—	143 300	9 600⁴)	6 700	75 169	36 158	31 873	81,9	129,6	1841,9	582,8	desgl.	
—	188 900	11 300⁵)	22 200	108 145	43 721	37 034	104,2	119,9	1975,0	611,5	desgl.	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Flufs. Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Gröfstes Gefälle	Durchflufsweite zwischen den Pfeilern	Höhe des Normalstaues über dem Wehrrücken	Flächeninhalt der Durchflufsöffnung bei Normalstau	Grundfläche des Grundbaues	Gesamtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage	Gesamtkosten der Bauanlage nach der Ausführung
					m	m	m	qm	qm	ℳ	ℳ
4	Nadelwehr: **Rogau,** Obere Oder. Ober-Präsid. Breslau	1 Oeffnung von 57,7 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlafs von 25 m Weite, 1 Mittelpfeiler 3,25 m stark. Fischpafs mit 5 Kammern im rechtsseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	92 bis 95	Fest-gelagerter kiesiger Sand	2,26	82,7	2,80 bezw. 3,30	244	921[1])	230 000	174 200[2])
5	**Konty,** sonst wie Nr. 4	2 Oeffnungen von je 35,2 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlafs von 25 m Weite, 1 Mittelpfeiler 2,90 m stark. Fischpafs im linksseitigen Landpfeiler mit 4 Kammern. Sonst wie Nr. 1.	"	desgl.	2,10	95,4	2,60 bezw. 3,10	261	1009[1])	285 000	204 200[2])
6	**Groschowitz,** sonst wie Nr. 4	2 Oeffnungen von je 35,0 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlafs von 25 m Weite, 2 Mittelpfeiler je 3,27 m stark. Fischpafs mit 4 Kammern im linksseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	92 bis 96	Fest-gelagerter feiner thoniger Sand	2,10	95,0	2,80 bezw. 3,30	279	1049[1])	297 000	201 000[2])
7	**Oppeln,** sonst wie Nr. 4	2 Oeffnungen von je 42,2 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlafs von 20 m Weite, 2 Mittelpfeiler 2,84 und 1,94 m stark. Fischpafs mit 4 Kammern im linksseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	91 bis 95	Fest-gelagerter kiesiger Sand	2,10	104,4	1,50 bezw. 2,00	167	981[1])	240 000	149 700[2])
8	**Frauendorf,** sonst wie Nr. 4	2 Oeffnungen 43,75 und 42,5 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlafs 25 m weit, 2 Mittelpfeiler 4,0 und 3,5 m stark. Fischpafs mit 5 Kammern im rechtsseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	93 bis 95	desgl.	2,40	111,3	2,90 bezw. 3,40	335	1169[1])	315 000	238 500[2])
9	**Grofs-Döbern,** sonst wie Nr. 4	2 Oeffnungen 51,3 und 50,0 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlafs 25 m weit, 2 Mittelpfeiler je 3,03 m stark. Fischpafs mit 4 Kammern im rechtsseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	"	desgl.	2,25	126,3	3,06 bezw. 3,56	399	1261[1])	365 000	252 100[2])
10	**Oderhof,** sonst wie Nr. 4	2 Oeffnungen von je 36,3 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlafs von 25 m Weite, 2 Mittelpfeiler je 2,8 m stark. Der Wehrrücken der beiden gröfseren Oeffnungen liegt 0,80 m höher als im Schiffsdurchlafs. Fischpafs mit 4 Kammern im linksseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	"	desgl.	1,75	97,6	2,25 bezw. 3,05	240	1000[1])	284 000	203 800[2])
11	**Sowade,** sonst wie Nr. 4	2 Oeffnungen 46,4 und 45,15 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlafs 25 m weit, 2 Mittelpfeiler je 3,70 m stark. Fischpafs mit 1 Kammern im rechtsseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	"	desgl.	2,20	116,6	2,56 bezw. 3,45	356	1243[1])	330 000	272 700[2])
12	**Neifsemündung,** sonst wie Nr. 4	1 Oeffnung von 60 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlafs von 25 m Weite, 1 Mittelpfeiler 4,28 m stark. Fischpafs mit 7 Kammern im rechtsseitigen Landpfeiler. Sonst wie Nr. 1.	92 bis 95	desgl.	3,00	85,0	3,0 bezw. 3,5	268	948[1])	275 500	202 300[2])
13	**Breslau,** Grofsschiffahrtsweg. Sonst wie Nr. 4	2 Oeffnungen von je 38 m Weite, 1 Mittelpfeiler 2,50 m stark. Der Wehrrücken der linksseitigen Oeffnung liegt um 0,30 m höher als in der rechtsseitigen Oeffnung. Wehrrücken und Pfeiler sind aus Granitbruchsteinmauerwerk mit Kanten and Auflagern von Granitwerksteinen, die Nischengewölbe aus Klinkermauerwerk. Unterhalb des ganzen Wehrs ein 8,0 m breites Betonbett von 0,4 m Stärke mit Klinkerrollschicht, im Anschlufs daran ist die Flufssohle auf 20 m Länge durch Packwerk mit Steinbewurf befestigt. Fischpafs nicht vorhanden. (Vgl. Centralbl. d. Bauv. 1898 S. 5.)	95 bis 97	Sand und Kies	2,30	76,0	1,75 bezw. 1,98	141	530[2])	213 000	178 000[2])
14	**Wolfsanger,** Fulda. Ober-Präsid. Hannover	2 Oeffnungen von 30,25 und 26,02 m Weite, 1 Mittelpfeiler 6,2 m stark, in welchem ein Fischpafs mit 7 Kammern eingebaut ist. Die linksseitige Begrenzung des Wehrs wird durch das Unterhaupt der daneben liegenden Kammerschleuse gebildet. Der Wehrrücken liegt in Höhe der Flufssohle. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Wehrrücken und Pfeiler: Bruchsteinmauerwerk unter Verwendung von Sandwerksteinen für die vortretenden Kanten und als Auflager der Wehrböcke. Oberhalb und unterhalb des Wehrs ist die Flufssohle durch Steinschüttung befestigt. (Näheres zu Nr. 14 bis 19 sieh Centralbl. d. Bauv. 1893 S. 172 und Zeitschr. f. Bauw. 1899 S. 401.)	93 bis 97	Grober Kies und Gerölle	2,00	56,0	2,4	137	396	92 000	86 800

1:720

Unterhaupt

Wehr

Wehr

Kammerschleuse

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Kosten				Kosten der Haupttheile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten				
									des eigentlichen Bauwerks		
des Grunderwerbs und sonst. Entschädigungen ℳ	des eigentlichen Bauwerks ℳ	der Nebenanlagen ℳ	unter Insgemein ℳ	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung ℳ	Wehrkörper und Pfeiler ℳ	Wehrverschlufs m. Beweg.-Vorricht., Laufbrücke usw. ℳ	des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Spalte 10 u. 17) ℳ	des Wehrverschlusses usw. 1 qm Durchflufsöffnung (Sp. 9 u. 19) ℳ	1 m lichter Durchflufsweite (Sp. 7 u. 14) ℳ	1 qm Durchflufsöffnung (Sp. 9 u. 14) ℳ	Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten
—	149 500	14 100[5])	10 600	83 221	35 102	31 177	90,4	127,7	1807,7	612,4	Ersparnifs besonders durch Verwendung anderweit erübrigter Baustoffe
—	176 500	11 800[6])	13 900	107 654	38 248	32 598	106,7	124,9	1871,1	683,9	desgl.
—	182 700	10 000[7])	8 300	104 922	42 276	35 502	100,0	127,2	1923,2	654,8	desgl.
—	125 300	12 700[8])	11 700	68 492	33 787	23 021	69,8	137,0	1200,2	750,8	desgl.
—	209 200	13 500[9])	15 800	120 832	46 755	41 613	103,4	124,2	1879,6	624,5	desgl.
—	224 500	15 000[10])	12 600	122 101	53 467	48 932	96,8	122,6	1777,5	562,7	desgl.
—	178 200	13 200[11])	12 400	107 047	40 210	30 943	107,0	128,9	1825,6	742,5	desgl.
—	240 600	16 500[12])	15 600	144 268	52 297	44 035	116,1	123,7	2063,5	675,6	desgl.
—	174 700	19 000[13])	8 600	99 641	41 025	34 034	105,1	127,0	2055,5	651,9	desgl.
—	109 284	38 107[14])	30 609[16])	58 929	26 605	23 750	111,2	168,4	1437,9	775,1	Ersparnifs infolge niedriger Verdingungspreise
—	78 524	2 800[15])	5 476	39 632	22 965	15 927	100,1	116,3	1360,0	573,2	—

1:500

25 — Sonstige Bemerkungen.

[1]) Einschliefslich des Betonsturzbettes unterhalb des Schiffsdurchlasses.

[2]) Ohne das Betonsturzbett.

[3]) Die Kosten des Grunderwerbs und der Bauleitung sind anderweit veranschlagt und verrechnet.

[4]) Die Kosten des Grunderwerbs sind anderweit veranschlagt und verrechnet.

[5]) Das Faschinensturzbett = 1440 qm
[6]) desgl. = 1750 „
[7]) desgl. = 1750 „
[8]) desgl. = 1960 „
[9]) desgl. = 2085 „
[10]) desgl. = 2390 „
[11]) desgl. = 1775 „
[12]) desgl. = 2190 „
[13]) desgl. = 1500 „

[14]) Sturzbett, Uferbefestigungen, Nadelschuppen.

[15]) Ufer- und Sohlenbefestigungen.

[16]) Die Insgemeinkosten wurden erhöht durch mehrfache Störungen infolge Hochwassers und durch theilweise Nachtarbeit in überdeckter geheizter Baustelle.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Fluſs, Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Gröſstes Gefälle m	Durchfluſsweite zwischen den Pfeilern m	Höhe des Normalstaues über dem Wehrrücken m	Flächeninhalt der Durchfluſsöffnung bei Normalstau qm	Grundfläche des Grundbaues qm	Gesammtkosten der Bauanlage nach dem Anschlage ℳ	der Ausführung ℳ
15	Nadelwehr: **Spiekershausen,** Fulda. Ober-Präsid. Hannover	2 Oeffnungen des Nadelwehrs usw. wie bei Nr. 14, daneben, getrennt durch einen 4,45 m breiten Mittelpfeiler, die 26 m weite Oeffnung eines festen Wehrs, dessen Rücken in Höhe des Normalstauspiegels liegt. Bauart des Nadelwehrs wie bei Nr. 14. Das feste Wehr besteht aus einem übermauerten Betonkörper und einem aus Steinpackung hergestellten Abfallboden. Sieh Abb.	93 bis 97	Grober Kies und Gerölle und rother Sandstein zwischen Thon	2,0	82,0	2,4	137	580	121 800	107 130
16	**Kragenhof,** sonst wie Nr. 15	In allem wie Nr. 14	93 bis 96	Grober Kies und Gerölle	2,0	56,9	2,4	137	396	92 000	90 341
17	**Speele,** sonst wie Nr. 15	1 Oeffnung von 45,98 m Weite. Gründung: Beton ohne Spundwände. Ein Fischpaſs mit 7 Kammern ist um den rechtsseitigen Landpfeiler herumgeführt. Sonst wie Nr. 14. Die Ausführung geschah im Schutze von Fangedämmen.	93 bis 97	desgl., darunter Buntsandstein	2,46	46,0	2,7	124	323	75 400	68 721
18	**Wilhelmshausen,** sonst wie Nr. 15	In allem wie Nr. 14.	93 bis 96	Grober Kies und Gerölle	2,46	56,9	2,7	154	396	103 000	94 394
19	**Bonafort,** sonst wie Nr. 15	Wie Nr. 14, jedoch ohne Spundwände. Die Ausführung geschah im Schutze von Fangedämmen.	93 bis 97	desgl., darunter Buntsandstein	2,81	56,9	2,7	154	430	95 000	81 669
20	Schützenwehr: **Oppeln,** Mühlgraben. Ober-Präsid. Breslau	2 Oeffnungen von je 15,23 m Weite, 1 Mittelpfeiler 1,55 m stark; Wehrrücken in Höhe der Fluſssohle. Beide Oeffnungen sind durch feste eiserne Griesständer in je 8 Felder von 1,8 m Weite getheilt. Die hölzernen Schütztafeln werden durch Schraubenspindeln mittels Winden bewegt. Die Bedienung erfolgt von einer eisernen, 1,4 m breiten Laufbrücke aus. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Wehrrücken und Pfeiler: Klinkermauerwerk, unter Verwendung von Granitwerksteinen für die vortretenden Kanten und als Auflager der Griesständer. Ein Fischpaſs ist nicht vorhanden. Die Ausführung erfolgte im Schutze von Fangedämmen (Centralbl. d. Bauv. 1896, S. 361).	92 bis 93	Kalksteinfelsen	0,93	30,5	2,5	76	323	80 000	58 600[4])
21	**Lindenwerder,** Netze. Regierung Bromberg	2 Oeffnungen von je 7,95 m, 1 desgl. als Schiffsdurchlaſs von 10,0 m Weite, 2 Mittelpfeiler je 1,60 m stark. Die beiden kleineren Oeffnungen sind durch feste eiserne Laufbrücken, die gröſsere durch eine Rollbrücke überdeckt. Beide sind durch bewegliche Griesständer in 4 bezw. 5 Schützfelder getheilt. Die unten in Charnieren stehenden Griesständer werden oben durch eine an der Brücke angebrachte Riegelvorrichtung gehalten und bei ungestautem Wasser mit der Stromrichtung umgelegt. Die Bewegung der Schütztafeln (Rollschützen von 1,85 m Breite und 1,45 m Höhe) geschieht mit Hülfe eines fahrbaren Krahns, welcher zugleich zum Verlegen einer das Aufrichten und Niederlegen der Griesständer bewirkenden Winde dient. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Wehrrücken und Landpfeiler bestehen aus Klinkermauerwerk mit Granitsteinbekleidung der Kanten usw., die Strompfeiler ganz aus Granitwerksteinen. Ein Fischpaſs ist nicht vorhanden.	95 bis 96	Festgelagerter Sand	unbestimmt	25,9	2,25 bei Mittelw.	58	324	157 000	152 818[5])

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Kosten				Kosten der Hauptheile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten				Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten	Sonstige Bemerkungen.
									des eigentlichen Bauwerks			
des Grunderwerbs und sonst. Entschädigungen	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Wehrkörper und Pfeiler	Wehrverschlufs m. Beweg. Vorricht., Laufbrücke usw.	des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Spalte 10 u. 17)	des Wehrverschlusses usw. 1 qm Durchflufsöffnung (Sp. 9 u. 19)	1 m lichter Durchflufsweite (Sp. 7 u. 14)	1 qm Durchflufsöffnung (Sp. 9 u. 14)		
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
—	96 869	5 000⁴)	5261	50 554	30 347	15 968	87,2	116,6	—⁶)	—⁶)	—	
—	82 124	3 500⁴)	4717	42 949	23 160	16 015	108,5	116,9	1413,3	599,4	—	
—	58 923	4 800⁴)	4968	30 270	15 247	13 406	93,7	108,1	1280,9	475,2	—	
—	86 594	2 800⁴)	5000	44 217	25 421	16 956	111,7	110,1	1521,0	562,3	—	
—	75 669	2 000⁴)	4000	33 778	24 719	17 172	78,6	111,5	1329,9	491,4	—	
—	51 300	3 600⁴)	3700	19 943	12 253	19 104	61,7	231,4	1682,0	675,0	Ersparnifs infolge niedriger Verdingungspreise	
5817³)	115 400	25 784⁵)	5817	26 868	28 301	60 231	82,0	1038,5	4455,6	1989,7	—	

1:400

1:800

1:400

1:800

¹) Die Kosten des Grunderwerbs und der Bauleitung sind anderweit veranschlagt und verrechnet.

²) Die Kosten der Bauleitung sind anderweit veranschlagt und verrechnet.

³) 2,7 ha.

⁴) Ufer- und Sohlenbefestigungen.

⁵) Befestigung der Ufer durch Spundwände und Pflaster, Sturzbett und Leitwerk.

⁶) Die Spalten 22 und 23 lassen sich hier nicht ermitteln, da in Spalte 14 die Kosten des festen Wehrs mit enthalten sind.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues Wasserstraße. Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Größtes Schleusengefälle	Lichte Weite a) in den Häuptern, b) in der Schleusenkammer	Schleusenkammer, nutzbare			Innenraum der Kammer und Häupter					Flächeninhalt des Grundbaues
							Länge	Breite*)	Grundfläche	Länge	durchschnittliche Breite	Grundfläche	Höhe der Kammermauer über der Kammersohle	Inhalt	
					m	m	m	m	qm	m	m	qm	m	cbm	qm
1	Kammerschleuse **Januschkowitz,** Obere Oder. Ober-Präsid. Breslau	Senkrechte Kammerwände, beide Drempel in gleicher Höhe. Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 14,14 m um 2,73 m höher geführt als der übrige Theil. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Häupter: Klinkermauerwerk. Kammermauern: Stampfbeton mit Klinkerverblendung. Die Drempel und vorspringenden Kanten sind aus Granitwerksteinen gebildet. Die Wandnischen mit Gufsstahl verkleidet. Füllung und Entleerung durch einen durchgehenden Umlaufcanal von 2,4 qm Querschnitt mit Stichcanälen und anschließenden gußeisernen Mulden in der Canalsohle und mit Drehschützenverschluſs, außerdem durch Klappschützen in den eisernen Thoren. Die Baustelle lag in einem Durchstich neben dem Flußbett, daher waren Fangedämme nicht erforderlich. (Näheres zu Nr. 1 bis 12 sieh Centralbl. d. Bauverw. 1894 S. 1 und Zeitschrift f. Bauwesen 1896 S. 361.)	92 bis 96	Festgelagerter kiesiger Sand	2,60	a) 9,60 b) oben 9,60 Sohle 9,30	55,0	9,4	517	73,3	9,6	704	5,22 am Oberhaupt 7,96	4045	1412
2	**Krempa,** sonst wie Nr. 1	Der Oberdrempel liegt um 1,04 m höher als der Unterdrempel. Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 15,16 m um 3,28 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	92 bis 95	desgl.	2,50	„	55,0	9,4	517	75,5	9,6	725	5,22 am Oberhaupt 8,50	4262[1])	1454
3	**Krappitz,** sonst wie Nr. 1	Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 14,69 m um 3,12 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	93 bis 95	desgl.	2,60	„	55,0	9,4	517	73,3	9,6	704	5,22 am Oberhaupt 8,34	4115	1417
4	**Rogau,** sonst wie Nr. 1	Der Oberdrempel liegt um 0,74 m höher als der Unterdrempel. Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 15,36 m um 3,49 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	93 bis 96	desgl.	2,25	„	55,0	9,4	517	75,5	9,8	725	4,94 am Oberhaupt 8,43	4038[1])	1457
5	**Konty,** sonst wie Nr. 1	Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 13,[illegible] m um 2,65 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	„	desgl.	2,10	„	55,0	9,4	517	73,4	9,6	705	4,68 am Oberhaupt 7,33	3632	1415
6	**Groschowitz,** sonst wie Nr. 1	Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 13,82 m um 2,54 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	92 bis 96	Feiner thonig. Sand mit Eisen durchsetzt	2,10	„	55,0	9,4	517	73,4	9,6	705	4,67 am Oberhaupt 7,21	3630	1416
7	**Oppeln,** sonst wie Nr. 1	Der Oberdrempel liegt 1,60 m über dem Unterdrempel. Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 13,08 m um 1,70 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	91 bis 95	Festgelagerter kies. Sand	2,10	„	55,0	9,4	517	75,5	9,6	725	5,14 am Oberhaupt 6,84	3948[1])	1414
8	**Frauendorf,** sonst wie Nr. 1	Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 13,31 m um 1,24 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	93 bis 95	„	2,40	„	55,0	9,4	517	73,3	9,6	704	5,07 am Oberhaupt 6,31	3725	1435

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Hauptthoile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten
									des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Sp. 16 u. 23)	des eigentlichen Bauwerks		
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Kammerwände und Häupter	Schleusenthore, Umlaufschützen u. dgl.		1 qm Grundfläche des Innenraumes (Sp. 13 u. 20)	1 qm Inhalt des Innenraumes (Sp. 15 u. 20)	
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
332 000	255 300[2]	—	231 784	2770[3])	20 746	128 818	56 901	46 065	91,2	329,3	57,8	Ersparnifs infolge niedriger Verdingungspreise
310 000	234 000[2]	—	217 974	1970[3])	14 056	119 340	56 047	42 587	82,1	300,7	51,6	desgl.
310 000	235 600[2]	—	220 638	2970[3])	11 992	119 841	59 323	41 474	84,6	313,4	53,6	desgl.
300 000	236 600	—	218 903	3470	14 227	120 000	57 257	41 637	82,4	301,9	54,2	desgl.
310 000	247 200[2]	—	228 371	4370[3])	14 459	131 570	53 248	43 563	93,0	323,9	62,8	desgl.
305 000	230 400[2]	—	216 737	1770[3])	11 893	123 347	50 954	42 136	87,1	307,4	59,7	desgl.
300 000	225 200[2]	—	209 900	5270[3])	10 030	117 252	51 629	41 019	82,9	289,5	53,4	desgl.
310 000	241 900[2]	—	220 900	3370[3])	17 630	131 009	51 946	37 945	91,3	313,8	59,2	desgl.

30 — Sonstige Bemerkungen.

*) Gemessen 0,4 m über der Kammersohle.

[1]) Unter Vernachlässigung der höheren Lage des Oberdrempels.

[2]) Die Kosten des Grunderwerbs, die Erdarbeiten von Geländehöhe bis zur Rammebene und die Bauleitung sind, weil anderweit veranschlagt, in den Ausführungskosten nicht einbegriffen.

[3]) Wellblechbuden für die Schleusenknechte u. Ufer- und Sohlenbefestigungen am Ober- und Unterhaupt.

1 : 600

Schnitt a—b—c—d

1 : 600

1 : 600

1 : 600

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Wasserstraße, Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Gröfsten Schleusengefälle	Lichte Weite a) in den Häuptern, b) in der Schleusenkammer	Schleusenkammer, nutzbare			Innenraum der Kammer und Häupter					Flächeninhalt des Grundbaues
							Länge	Breite *)	Grundfläche	Länge	durchschnittliche Breite	Grundfläche	Höhe der Kammermauer über der Kammersohle	Inhalt	
					m	m	m	m	qm	m	m	qm	m	cbm	qm
9	Kammerschleuse: **Grofs-Döbern,** Obere Oder. Ober-Präsid. Breslau	Wegen des felsigen Untergrundes sind die veranschlagten Spundwände fortgeblieben. Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 13,78 m um 1,48 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	93 bis 95	Gewachsener Kalksteinfelsen	2,25	a) 9,00 b) oben 9,40 Sohle 9,30	55,0	9,4	517	73,3	9,6	704	4,91 am Oberhaupt 6,39	3647	1290
10	**Oderhof,** sonst wie Nr. 9	Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 14,15 m um 2,00 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	"	Festgelagerter kiesiger Sand mit Eichenstämmen durchsetzt	1,75	"	55,0	9,4	517	73,3	9,6	704	4,36 am Oberhaupt 6,39	3345	1418
11	**Sowade,** sonst wie Nr. 9	Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 13,25 m um 1,25 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	"	Festgelagerter kiesiger Sand	2,25	"	55,0	9,4	517	73,3	9,6	704	4,91 am Oberhaupt 6,16	3616	1424
12	**Neifsemündung,** sonst wie Nr. 9	Der Oberdrempel liegt um 1,49 m höher als der Unterdrempel. Das Oberhaupt ist auf eine Länge von 12,42 m um 1,25 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 1.	92 bis 95	desgl.	2,60	"	55,0	9,4	517	75,4	9,6	725	5,23 am Oberhaupt 6,48	3942 [1])	1450
13	**Ohlau,** sonst wie Nr. 9	Senkrechte Kammerwände, der Oberdrempel liegt um 3,94 m höher als der Unterdrempel, das Oberhaupt ist auf eine Länge von 13,0 m um 1,65 m höher geführt als der übrige Theil. Häupter und Kammermauern sind auf Bruchsteinmauerwerk gegründet, die Kammersohle nur durch eine 0,43 m starke Schicht von Klinkermauerwerk befestigt. Herstellung der Häupter, Kammerwände, Drempel, Wendenischen usw. wie bei Nr 1. Füllung durch 2 sich unter den Oberdrempel vereinigende gewölbte Umläufe mit gufseisernen Krümmlingen von 1,40 m Durchmesser, Entleerung durch 2 kurze Umläufe im Oberhaupt von gleicher Gröfse, in beiden Fällen mit Cylinderschützen. Auch sind in den eisernen Thoren Klappschützen vorhanden. Da die Baustelle im Durchstich lag, waren Fangedämme nicht erforderlich.	"	Grober Sand, darunter feste undurchlässige Lette	3,21	a) 9,60 b) oben 9,60 Sohle 9,30	55,0	9,4	517	77,1	9,6	740	8,28 am Oberhaupt 9,93	6333 [1])	1362
14	**Brieg,** sonst wie Nr. 9	Der Oberdrempel liegt 2,16 m höher als der Unterdrempel, das Oberhaupt ist in einer Länge von 12,10 m um 0,54 m höher geführt als der übrige Theil. Sonst wie Nr. 13 mit Ausnahme der Gründung, welche auf Beton zwischen Spundwänden erfolgt ist.	"	Sehr fester Sand	2,58	"	55,0	9,4	517	77,2	9,6	741	8,06 am Oberhaupt 8,60	6035 [1])	1372

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Haupttheile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten				
										des eigentlichen Bauwerks			
dem Anschlag	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Kammerwände und Häupter	Schleusenthore, Umlaufschützen u. dgl.	des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Sp 16 u. 23)	1 qm Grundfläche des Innenraumes (Sp 13 u. 20)	1 cbm Inhalt des Innenraumes (Sp 15 u. 20)	Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten	Sonstige Bemerkungen. *) Gemessen 0,4 m über der Kammersohle.
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
305 000	156 800 2)	—	136 300	3170 5)	17 330	42 977	55 950	37 373	33,3	193,6	37,4	Ersparnifs infolge niedriger Verdingungspreise, aufserdem durch Fortfall der veranschlagten Spundwände und Einschränkung der Betonmassen	1) Unter Vernachlässigung des höher liegenden Oberdrempels. 2) Die Kosten des Grunderwerbs, der Erdarbeiten von Geländehöhe und der Bauleitung sind anderweit veranschlagt und verrechnet. 3) Die Kosten des Grunderwerbs sind anderweit veranschlagt und verrechnet.
310 000	231 500 3)	—	216 100	4070 5)	11 330	129 398	49 709	36 993	91,3	307,0	64,6	desgl.	4) Die Kosten des Grunderwerbs und der Erdarbeiten von Geländehöhe bis zur Rammebene sind anderweit veranschlagt u. verrechnet.
310 000	242 600 3)	—	223 300	5970 5)	13 330	129 900	54 895	38 505	91,2	317,2	61,7	Ersparnisse infolge niedriger Verdingungspreise	5) Wellblechbude für die Schleusenknechte u. Ufer- und Sohlenbefestigungen am Ober- und Unterhaupt. 6) Die Insgemeinkosten sind verhältnifsmäfsig hoch, weil beim Beginn der Ausführung der Bauplan noch nicht genau feststand und deshalb Arbeiten, welche gewöhnlich zu den eigentlichen Bauarbeiten gerechnet werden, unter Insgemein gebucht sind.
310 000	238 600 3)	—	217 500	6070 5)	15 030	125 853	51 574	40 073	86,8	300,0	55,2	desgl.	
276 000	206 300 4)	—	191 000	—	15 300	73 292	84 703	33 005	53,8	268,5	31,4	Ersparnifs durch Fortfall der veranschlagten Spundwände und des Betonbettes	
281 800	293 000 4)	—	244 170	—	48 830 6)	140 094	72 387	31 689	102,1	329,5	40,4	—	

1 : 600

Schnitt a—b—c—d
1 : 600

1 : 600

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Wasserstraße. Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Größtes Schleusengefälle	Lichte Weite a) in den Häuptern, b) in der Schleusenkammer	Schleusenkammer, nutzbare			Innenraum der Kammer und Häupter					Flächeninhalt des Grundbaues
							Länge	Breite*)	Grundfläche	Länge	durchschnittliche Breite	Grundfläche	Höhe der Kammermauer über der Kammersohle	Inhalt	
					m	m	m	m	qm	m	m	qm	m	cbm	qm
15	Kammerschleuse: **Breslau,** (Oberschleuse) Großschiffahrtsweg Ober-Präsid. Breslau	Senkrechte Kammerwände, das Oberhaupt liegt bei einer Länge von 14,0 m um 2,16 m höher als der übrige Theil, der Oberdrempel 1,0 m höher als der Unterdrempel. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Die Häupter und Kammerwände sind aus Granitbruchsteinmauerwerk mit Schichtsteinverblendung, die Sohlen der Häupter, die Füllcanäle, Einsteigschächte usw. aus Klinkermauerwerk, die Drempel und vortretenden Kanten bestehen aus Granitwerksteinen, die Wendenischen aus Gußstahlplatten. Zur Füllung und Entleerung dient ein durchgehender Umlaufcanal von 2,60 qm Querschnitt in der rechtseitigen Kammermauer mit Stichcanälen und Cylinderschützen, außerdem Klappschützen in den eisernen Thoren. In der linksseitigen Kammermauer liegt der Speisecanal einer Turbinenanlage für später etwa einzuführenden Kraftbetrieb. Am Unterhaupt ist ein 10,0 m breites Sturzbett aus Beton angeordnet. Die Baustelle lag im Durchstich, sodaß Fangedämme nicht erforderlich waren. (Näheres zu 15 u. 16 s. Centralbl. 1898. S. 5.)	95 bis 97	Festgelagerter Kies	2,15	a) 9,60 b) oben 9,60 Sohle 9,30	55,0	9,3	512	77,5	9,6	744	7,09 am Oberhaupt 9,25	5565*)	1860
16	**Breslau.** (Unterschleuse) Großschiffahrtsweg Ober-Präsid. Breslau	Senkrechte Kammerwände. Das Unterhaupt, in welchem ein drittes entgegengesetzt gerichtetes Fluththor angeordnet ist, ist auf eine Länge von 24,24 m um 2,30 m höher geführt als der übrige Theil. Der Oberdrempel liegt um 4,90 m höher als der Unterdrempel. Anordnung und Bauart im übrigen wie bei Nr. 15, jedoch erfolgt die Füllung und Entleerung wie bei Nr. 13. Am Unterhaupt ist ein 8,0 m breites Sturzbett aus Beton angeordnet. Da die Baustelle im Durchstich lag, waren Fangedämme nicht erforderlich.	"	Kies und Lette mit Steinen	4,90	a) 9,60 b) oben 9,60 Sohle 9,30	55,0	9,3	512	77,6	9,6	745	8,67 am Unterhaupt 11,46	7013¹)	1685
17	**Lindenwerder,** Netze. Regierung Bromberg	Senkrechte Kammerwände, beide Drempel liegen in gleicher Höhe. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Kammerwände und Häupter sind aus Klinkermauerwerk, die Drempel, Wendenischen und vortretenden Kanten aus Granitwerksteinen hergestellt. Füllung und Entleerung durch kurze Umläufe in den Häuptern, mit Rollschützenverschluß, außerdem durch Schützen in den hölzernen Thoren. Die Baustelle lag im Durchstich, weshalb Fangedämme nicht erforderlich waren.	94 bis 96	Festgelagerter Kies	1,0	a) 8,60 b) oben 10,0 Sohle 9,60	59,0	9,7	572	79,0	10,0	790	3,8	3002	1255
18	**Wolfsanger,** Fulda. Ober-Präsid. Hannover	Steile Kammerwände, beide Drempel liegen in gleicher Höhe. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Häupter und Kammerwände sind aus Bruchsteinmauerwerk, die Drempel, Wendenischen und vortretenden Kanten aus Sandsteinquadern hergestellt. Füllung und Entleerung durch Drehschützen in den hölzernen Thoren. Die Schleuse ist am linken Ufer in das Flußbett eingebaut. Die Ausführung geschah im Schutze der Spundwände. (Näheres zu Nr. 18 bis 24 s. Centralbl. d. Bauv. 1893 S. 172 u. Zeitschr. f. Bauw. 1899 S. 401.)	93 bis 97	Grober Kies und Gerölle	2,0	a) 8,00 b) oben 9,20 Sohle 8,60	60,0	8,6	516	75,6	9,0	680	4,6	3128	1038

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Haupttheile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten	Sonstige Bemerkungen.
										des eigentlichen Bauwerks			
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Kammerwände und Häupter	Schleusenthore, Umlaufschützen u. dgl.	des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Sp. 16 u. 23)	1 qm Grundfläche des Innenraumes (Sp. 13 u. 20)	1 cbm Inhalt des Innenraumes (Sp. 15 u. 20)		*) Gemessen 0,1 m über der Kammersohle
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
370 000	370 000[3])	—	305 293	4 267[4])	60 440[6])	162 016	110 487	32 790	87,4	410,3	54,9	—	
550 000	549 000[3])	—	166 272	6 754[5])	66 974[6])	238 500	172 468	55 304	141,5	625,0	66,5	—	
180 000	146 800[3])	—	134 018	—	12 782	71 562	47 877	14 579	57,0	169,4	44,5	Ersparnifs durch niedrige Verdingungspreise	
217 000	214 500[3])	8300	140 618	20 200[2])	45 382	82 750	44 419	13 449	79,7	206,8	44,9	—	

Schnitt a—b—c—d—e—f
1:600

1:600

Schnitt a—b—c—d
1:600

1:600

Schnitt a—b—c—d
1:600

1:600

Schnitt a—b
1:600

1:600

[1]) Unter Vernachlässigung des höher liegenden Oberdrempels.

[2]) Die Kosten des Grunderwerbs und der Erdarbeiten von Geländehöhe bis zur Rammebene sind anderweit veranschlagt u. verrechnet.

[3]) Die Kosten der Bauleitung sind anderweit veranschlagt und verrechnet.

[4]) Regelung des Geländes, Zuwegungen, Aufzugsvorrichtung der Dammbalken, Normalpegel und dergleichen.

[5]) Die Schleusenmeistergehöfte, Zuwegungen, Ufer- und Sohlenbefestigungen und dergleichen.

[6]) Die Insgemeinkosten sind verhältnifsmäfsig hoch, weil beim Beginn der Ausführung der Bauplan noch nicht genau feststand und deshalb Arbeiten, welche gewöhnlich zu den eigentlichen Bauarbeiten gerechnet werden, unter Insgemein gebucht sind.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	19	11	12	13	14	15	19
							Schleusenkammer, nutzbare			Innenraum der Kammer und Häupter					
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Wasserstraße. Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Größtes Schleusengefälle	Lichte Weite a) in den Häuptern, b) in der Schleusenkammer	Länge	Breite*)	Grundfläche	Länge	durchschnittliche Breite	Grundfläche	Höhe der Kammermauer über der Kammersohle	Inhalt	Flächeninhalt des Grundbaues
					m	m	m	m	qm	m	m	qm	m	cbm	qm
19	Kammerschleuse: **Spickershausen,** Fulda, Ober-Präsid. Hannover	Wegen des felsigen Untergrundes sind statt der veranschlagten Spundwände am Oberhaupte und an den flußseitigen Kammermauern 1,5 m tiefe und im Mittel 1,2 m breite Betonkoffer hergestellt. Die Ausführung erfolgte im Schutze von Fangedämmen. Sonst wie Nr. 18.	93 bis 97	Gerölle u. rother Sandsteinfelsen, dazwischen Thon	2,0	a) 8,60 b) oben 9,20 Sohle 8,60	60,0	8,6	516	75,6	9,0	680	4,6	3128	1038
	Kragenhof, sonst wie Nr. 19	In allem wie Nr. 19.	93 bis 96	Grober Kies und Gerölle	2,0	"	60,0	8,6	516	75,6	9,0	680	4,6	3128	1038
21	**Speele,** sonst wie Nr. 19	Das Betonbett ist nur an den beiden Häuptern und an der flußseitigen Schleusenmauer durch Spundwände eingefaßt. Sonst wie Nr. 18.	93 bis 97	Felsen, Gerölle, Kies	2,46	"	60,0	8,6	516	75,6	9,0	680	5,08	3454	1067
22	**Wilhelmshausen,** sonst wie Nr. 19	Wie Nr. 18.	93 bis 96	Grober Kies u. Gerölle	2,46	"	60,0	8,6	516	75,6	9,0	680	5,08	3454	1067
23	**Bonnfort,** sonst wie Nr. 19	Wie Nr. 19.	93 bis 97	Fels u. Gerölle, Kies	2,81	"	60,0	8,6	516	75,6	9,0	680	5,43	3692	1106
24	**Münden,** sonst wie Nr. 19	Wegen des felsigen Untergrundes ohne Spundwände. Sonst wie Nr. 18. Die kurzen Umläufe am Oberhaupt sind bereits hergestellt für den Fall, daß die Schleuse später zur Schleppzugschleuse ausgebaut werden sollte. Ueber die Schleuse führt eine einarmige eiserne 3 m breite Drehbrücke von 7,15 m Lichtweite. Die Baustelle lag im Durchstich, daher waren Fangedämme nicht erforderlich.	"	Felsen und festgelagertes Gerölle	3,67	"	60,0	8,6	516	75,6	9,0	680	6,06	4121	1210
25	**Templin,** Templiner Canal. Regierung Potsdam	Senkrechte Kammerwände. Der Oberdrempel liegt 3,24 m höher als der Unterdrempel. Die Kammer und Häupter sind aus Ziegelmauerwerk mit Klinkerverblendung ausgeführt unter Verwendung von Granitwerksteinen für die Drempel, Wendenischen und vortretenden Kanten. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Füllung und Entleerung durch Rollschützen in den eisernen Thoren. Ueber die Schleuse führt eine eiserne Brücke von 6,25 m Breite mit gepflasterter Fahrbahn. Die Ausführung geschah im Schutze der Spundwände.	94 bis 95	Feiner, zum Theil thoniger Sand	4,00	a) 5,34 b) 5,34	40,6	5,3	215	53,3	5,3	282	6,91	1957*)	669,0
26	Deich- und Kammerschleuse: **Glückstadt,** Rhyn. Regierung Schleswig	Uebenwölbte Kammer. Das äußere Thor hat zur Abhaltung der Sturmfluthen auch einen oberen Drempelanschlag. Kammer und Häupter und das Gewölbe sind aus Klinkermauerwerk, die Drempel, Wendenischen und vortretenden Kanten aus Granitwerksteinen hergestellt. Gründung: Beton auf Pfählen zwischen Spundwänden. Füllung und Entleerung durch Schützen in den hölzernen Thoren. Die Ausführung geschah im Schutze von Fangedämmen.	93 bis 96	Klai, Moor und fester Sand	1,50	a) 5,0 b) 5,0	18,5	5,0	93	32,6	5,0	163	5,8 bis zum Scheitel des Gewölbes	945	411,0

1:800

1:800

1:800

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Gesammtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Haupttheile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten	Sonstige Bemerkungen.
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Kammerwände und Häupter	Schleusenthore, Umlaufschützen u. dgl.	des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Sp. 16 u. 23)	des eigentlichen Bauwerks: 1 cbm Grundfläche des Innenraumes (Sp. 13 u. 20)	des eigentlichen Bauwerks: 1 qm Inhalt des Innenraumes (Sp. 15 u. 20)		*) Gemessen 0,4 m über der Kammersohle.
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	
214 200	193 970[2]	2300	128 670	25 000[3])	40 000	70 529	44 810	13 331	67,9	189,2	41,1	Ersparnifs besonders durch Fortfall der Spundwände	[1]) Unter Vernachlässigung des höher liegenden Oberdrempels.
205 000	171 951[2]	2092	120 959	18 000[3])	30 000	61 000	46 479	13 390	58,9	177,9	38,7	desgl. und infolge des aufsergewöhnlich niedrigen Wasserstandes im Sommer 1893	[2]) Die Kosten der Bauleitung sind anderweit veranschlagt und verrechnet.
248 600	229 439[2]	7160	160 279	23 000[3])	39 000	93 819	52 365	14 095	87,9	235,7	46,4	Ersparnifs infolge des aufsergewöhnlich niedrigen Wasserstandes i. Sommer 1893	[3]) Die Schleusenmeistergehöfte, Zuwegungen, Ufer und Sohlenbefestigungen und dgl.; bei Nr. 24 aufserdem die Drehbrücke; Kosten der letzteren 6767 ℳ
216 000	202 326[2]	4120	115 771	18 435[3])	34 000	80 087	51 365	14 319	75,1	214,4	42,4	desgl.	[4]) Die Brücke mit ihren Rampen, Erd- und Befestigungsarbeiten der Zufahrtscanale, Regelung des Geländes und dergleichen.
237 000	203 095[2]	2864	156 627	18 000[3])	25 604	84 469	57 281	14 877	76,4	230,8	42,4	desgl. und durch Fortfall der Spundwände	[5]) Herstellung der Zufahrten und Bohlwerke der anschliefsenden Uferstrecken.
268 000	213 431[2]	7500	170 065	20 477	14 789	80 919	73 940	15 806	66,9	251,0	41,4	desgl.	[6]) Darunter die Beschaffung eines kleinen Dampfbaggers für 15 300 ℳ und von 4 eisernen Baggerprähmen für 7670 ℳ.
258 300	260 553	—	151 154	54 187[4])	55 212[6])	83 800	52 156	15 090	125,4	536,0	77,2	—	
184 170	160 137	549	129 845	19 934[5])	16 956	78 500	39 059	5 139	191,0	796,6	137,4	—	

Schnitt a – b – c – d 1:600

1:600

Schnitt a – b – c – d 1:600

1:600

Schnitt a – b 1:600

1:600

Schnitt c – d

Fester Sand

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Wasserstraße. Provincial-Behörde	Anordnung und Bauart	Zeit der Ausführung	Baugrund	Größtes Schleusengefälle	Lichte Weite a) in den Häuptern, b) in der Schleusenkammer	Schleusenkammer, nutzbare			Innenraum der Kammer und Häupter					Flächeninhalt des Grundbaues
							Länge	Breite*)	Grundfläche	Länge	durchschnittliche Breite	Grundfläche	Höhe der Kammermauer über der Kammersohle	Inhalt	
					m	m	m	m	qm	m	m	qm	m	cbm	qm
27	Kammerschleuse **Wettin,** Saale. Regierung Merseburg	Neues Unterhaupt und Ausbau des Schleusenuntercanals als Schleusenkammer behufs Umwandlung der vorhandenen Schleuse in eine Kuppelschleuse zur Ueberwindung des bei niedrigen Wasserständen zu hoch liegenden bisherigen Unterdrempels. Das Unterhaupt ist ganz in Holz ausgeführt. Entleerung durch Gleitschützen in den hölzernen Thoren. Die Ausführung geschah im Schutze eines Fangedammes. Zur Herstellung des Baues wurde die dauernde Verlegung des Stromarmes der „Kleinen Saale" erforderlich.	94 bis 95	Sand und Kies	0,30 (am neuen Unterhaupt)	a) 6,30 b) —	—	—	—	8,6	7,3	63	4,0	252	198,0
28	Schleppzugschleusen. a) **Frankfurt a. M.,** b) **Höchst,** c) **Okriftel,** d) **Flörsheim,** e) **Kostheim,** Canalisirter Main. Regierung Wiesbaden	5 neue Unterhäupter mit je 1 hölzernem Thorpaar und Ausbau der Schleusenuntercanäle als Schleusenkammern zur Umwandlung der vorhandenen Kammerschleusen in Schleppzugschleusen. Die Unterhäupter sind in Bruchsteinmauerwerk mit theilweiser Sand- und Basaltwerksteinverblendung aufgeführt. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Entleerung durch kurze Umläufe in den Thorkammern von 2,75 qm Querschnitt mit Klappschützenverschluß. Zum schnelleren Füllen dienen außer den vorhandenen am Oberhaupt neue dritte gemauerte Umläufe von gleichem Querschnitt vom Oberwasser der daneben liegenden Nadelwehre in den Trennungsdämmen. Die Kammersohlen haben eine Befestigung nicht erhalten. Die im Verhältniß 1:1 geböschten Kammerwände sind durch ein in Cementmörtel gelegtes Basaltsteinpflaster mit vorgesetzter Spundwand befestigt. Die Ausführung geschah im Schutze von Fangedämmen. (Näheres Centralblatt der Bauverwaltung 1893 Seite 30.)	92 bis 94	Sand und Kies, stellenweis mit Letten durchsetzt	1,60 bis 2,70	a) 12,0 b) — Sohle 20,0	der Schleppzugschleusen 255,0	21,2	5406	der Unterhäupter allein: 17,2	12,0	206	5,2 bis 6,2	im Mittel 1174	419
29	Fluthschleuse **Breslau,** Großschiffahrtsweg. Ober-Präsid. Breslau	Einhäuptige Schleuse mit eisernem Schiebethor, welches das Wasser nach beiden Seiten kehrt. Das 10,8 m breite und 7,5 m hohe Thor besteht aus einem aus Walzeisen zusammengesetzten Rahmwerk und ist auf der äußeren Seite ganz, auf der inneren bis zu 3 m Höhe mit Buckelplatten bekleidet. Es hängt an 2 Wagen, deren Räder auf an den Unterflanschen zweier Blechträger befestigten Schienen laufen. Die Bewegung erfolgt durch eine Kette ohne Ende mittels eines dreifachen Zahnradvorgeleges von Hand. Die seitlichen Anschlagsflächen des Thores sind mit gußstählernen Platten bekleidet. Zur Aufnahme des ausgefahrenen Thores dient eine seitlich angebrachte Nische, in welcher zum Ausgleich der Wasserstände ein Umlauf mit Rollschützenverschluß angeordnet ist. Gründung: Beton zwischen Spundwänden. Die Mauern sind aus Granitbruchsteinen mit Schichtsteinverblendung aufgeführt. Die Baustelle lag im Durchstich, weshalb für die Ausführung Fangedämme nicht erforderlich waren. (Vergleiche Centralblatt der Bauverwaltung 1896 Seite 5.)	96 bis 97	Festgelagerter Sand und Kies	Größter Ueberdruck: 4,00	a) 10,8 b) —	—	—	—	11,6	10,0	116	8,52	988	340

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Gesamtkosten der Bauanlage nach		Kosten				Kosten der Hauptheile des eigentlichen Bauwerks			Einheitskosten			Bemerkungen zur Höhe der Ausführungskosten	Sonstige Bemerkungen.
									des Grundbaues 1 qm Grundfläche (Sp. 16 u. 23)	des eigentlichen Bauwerks			
dem Anschlage	der Ausführung	des Grunderwerbs	des eigentlichen Bauwerks	der Nebenanlagen	unter Insgemein	Grundbau einschl. Erdarbeiten und Wasserhaltung	Kammerwände und Häupter	Schleusenthore, Umlaufschützen u. dgl.		1 qm Grundfläche des Innenraumes (Sp. 13 u. 20)	1 cbm Inhalt des Innenraumes (Sp. 15 u. 20)		*) Gemessen 0,1 m über der Kammersohle.
ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ		
56 000	52 000	1580	20 059	17773 [3])	12 568	14 534	3188	2337	73,4	318,4	79,6	—	[1])
für sämtliche 5 Schleusen						im Durchschnitt für a) 1 Unterhaupt:			Sieh Bemerkung [7])			—	
1 388 000	1 178 747	—	981 150	122 295	75 302	31 397	34 192	15 320 [6])					
im Durchschnitt für eine Schleuse						b) 1 Schleppzugkammer:							
277 600	235 749	—	196 230	24 459	15 060	16 283	82 344	1 330					
						c) 1 dritten Umlauf:							
						7 387	6 239	1 738					
136 000	128500 [2])	—	100 521	1848 [4])	26 131 [5])	37 456	39 275	23 790	110,2	866,6	101,7	—	

1:600

Schnitt a—b—c—d
1:600

Schnitt e—b—e
1:600

Schnitt a—b
1:600

Schnitt c—d
1:600

[1]) Während des Baues hergestellte Durchstiche in den Trennungsdämmen zur Aufrechterhaltung der Schiffahrt.

[2]) Die Kosten des Grunderwerbs und der Erdarbeiten von Geländehöhe bis zur Rammebene sind anderweit veranschlagt u. verrechnet.

[3]) Erd- und Befestigungsarbeiten zur Verlegung der „Kleinen Saale“.

[4]) Regelung des Geländes, Zuwegungen, Aufzugsvorrichtungen der Dammbalken, Normalpegel und dergleichen.

[5]) Wegen der Höhe der Insgemeinkosten sieh Bemerkung [1]) zu Nr. 15.

[6]) Demnach betragen die durchschnittlichen Kosten
für 1 Unterhaupt 80 909 ℳ
„ 1 Schleppzugkammer . . 99 957 „
„ 1 dritten Umlauf . . . . . 15 364 „

[7]) Durchschnittl. Einheitskosten der Haupttheile:
a) 1 Unterhaupt:
1 qm Grundbau
$\frac{31\,397}{419}$ = ... 74,9 ℳ
1 cbm innerer Hohlraum
$\frac{80\,909}{1174}$ = ... 68,9 ℳ
b) 1 Schleppzugkammer
1 qm nutzbare Grundfläche
$\frac{99\,957}{5406}$ = ... 18,5 ℳ
1 m einseitige geböschte Kammerwand, 5,2 bis 6,2 m hoch, mit Spundwand kostete 210 ℳ.
c) 1 dritter Umlauf im Durchschnitt: 44 m lang
1 m Länge $\frac{15\,364}{44}$ = 349,0 ℳ

1	2	3	4											
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Gewässer, Provincial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe											
			Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart *)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart *)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ
			1. Ufermauern.											
1	Ufermauer **Cosel,**	92	2 287	qm	Spundwände[1]	T	34 510	15,1	3 429	cbm	Stampfbeton mit Klinkerverblendung[20]	U	43 023	12,5
	Hafen	bis	1 029	cbm	Erdaushub über Wasser	T	2 351	2,3	53	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	6 295	118,8
	Ober-Präsid. Breslau	94	717	cbm	Stampfbeton[2]	U	14 274	20,0						
2	**Neufahrwasser,**	91	611	m	Fangedämme[3]	T u. A	90 531	148,2	154	Stück	eiserne Anker[8]	U u. T	7 230	46,9
	Hafencanal,	bis	5 377	qm	Spundwände[4]	T u U	76 779	14,3	3 078	cbm	Schutt- und Stampfbeton[10]	T	61 833	20,0
	Regierung	94	31 525	cbm	Erdaushub unter Wasser	A	26 150	0,8	2 139	qm	Stulpwände	U u T	6 827	3,2
	Danzig		3 101	"	desgl. zwischen den Pfählen	T	10 108	3,3	5 459	cbm	Granitbruchsteinmauerwerk	U, A, T	109 958	20,1
			1 241	Stück	Rostpfähle[4]	U u T	37 434	30,2	810	qm	Granitabdeckplatten	"	16 731	20,7
			308	"	Ankerpfähle einschließlich Riegel[5]	"	15 295	49,7	102	Stück	Reibepfähle[11]	U, A, T	10 264	100,6
3	**Berlin,**	94	742	qm	Spundwände[6]	U	5 939	8,0	432	cbm	Kalkbruchsteinmauerwerk[11]	U	4 968	11,5
	Kupfergraben, a. d. Schloßfreih.	bis	300	cbm	Erdaushub unter Wasser einschl. Hinterfüllung[7]	T u. U	3 128	10,4	43	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	4 827	112,2
	Ministerial-	97	230	Stück	Rundpfähle[8]	"	4 787	20,8	88	"	Sandwerksteinmauerwerk	"	6 600	75,0
	Baucommission		374	cbm	Schüttbeton[9]	"	5 428	14,5						
4	**Berlin,**	92	1 988	qm	Spundwände[12]	U	20 706	10,4	1 061	cbm	Schüttbeton[26]	U	19 410	18,3
	Spree, von der Weidendammer- bis zur Ebertsbrücke.	bis	2 575	cbm	Erdaushub über Wasser[11]	"	6 694	2,6	909	"	Kalkbruchsteinmauerwerk	"	20 374	22,4
	Minist.-Baucom.	95	347	"	desgl. unter Wasser	"	820	2,4	220	"	Ziegelmauerwerk	"	5 381	24,4
			1 056	"	desgl. zwischen den Spundwänden	"	3 169	3,0	55	"	Granitmauerwerk	"	5 010	91,1
			556	Stück	Rundpfähle[13]	"	12 510	22,5	156	"	Sandsteinmauerwerk	"	14 151	90,7
5	**Glückstadt,**	93	3 912	cbm	Erdaushub	U	5 479	1,4	673	kg	Eisenzeug für den Rost	U	390	0,58
	Außenhafen.	bis	5 484	m	Rostpfähle[14]	"	33 826	6,2	428	cbm	Ziegelmauerwerk	"	10 957	25,6
	Regierung	96	319	qm	Rostbelag einschl. Schwellwerk[15]	"	5 400	17,0	19,4	"	Granitabdeckung	"	3 003	155,0
	Schleswig		215	"	Spundwand[16]	"	1 978	9,2	916	kg	Schmiedeeisen	"	519	0,58
6	**Glückstadt,**	95	4 288	cbm	Erdaushub	U	6 419	1,5	1 215	kg	Eisenzeug für den Rost	U	734	0,6
	wie Nr. 5	bis	7 709	m	Rostpfähle[14]	"	46 877	6,1	717	cbm	Ziegelmauerwerk	"	16 823	23,5
		96	404	qm	Rostbelag einschl. Schwellwerk[15]	"	7 699	16,6	26	"	Granitabdeckung	"	3 521	134,9
			324	"	Spundwand[16]	"	3 080	9,5	2 595	kg	Schmiedeeisen	"	1 564	0,6
7	**Ruhrort,**	"	31	Stück	eiserne Brunnenschlinge[21]	U	13 813	145,5	36	t	Walzeisen der Abschlußwände	U	3 392	94,2
	Kaiserhafen		287	cbm	Klinkermauerwerk der Brunnenfüße	"	4 944	17,2	11 980	cbm	Bodenhinterfüllung	"	11 980	1,0
	Regierung		1 568	"	Sandbruchsteinmauerwerk der Brunnen	"	27 400	17,5	654	qm	Abdeckung der Gewölbe und Brunnen	"	4 166	6,4
	Düsseldorf		1 267	"	Schutt- und Stampfbeton[22]	"	22 440	17,7	61	Stück	Ringsteine	"	244	4,0
			186	m	Brunnensenkung	"	14 880	80,0	31	"	Reibepfähle	"	1 068	34,4
			572	qm	Gewölbemauerwerk[24]	"	7 265	12,7	3 367	m	Eisenbahngleise[26] einschl. Beseitigen von 2066 m alter Gleise	A	36 207	10,8
			1 597	cbm	Sandbruchsteinmauerwerk	"	26 134	16,4						
			52	"	Abdeckplatten[25]	"	1 261	82,1						
			2. Uferschälungen.											
1	Uferschälung: **Neufahrwasser,**	96	2 550	cbm	Erdaushub über Wasser	T	4 239	1,7	101	qm	Monierplatten als Ankertafeln[5]	U u. T	1 671	16,5
	Hafencanal.	bis	2 650	"	desgl. unter Wasser	"	4 758	1,8	20 917	kg	sonstige Eisenarbeiten	"	9 911	0,47
	Regierung	97	1 182	qm	Spundwände[1]	U u T	14 022	11,9	574	cbm	Kieshinterfüllung	"	3 472	6,0
	Danzig		657	"	Stülpwand[2]	"	1 728	2,6	26	Stück	Gordungspfähle[6]	"	1 384	53,2
			11 204	kg	T-Eisen	"	3 027	0,27						
			239	qm	Monierplatten zwischen den T-Eisen[3]	"	2 312	9,7						
2	**Swinemünde,** Winterhafen. Regierung Stettin	93 bis 94	Die Kosten der im Selbstbetriebe ausgeführten Bauarbeiten sind im einzelnen nicht zu ermitteln											
3 bis 5	**Swinemünde,** Eichstaden (Strecke 1 bis 3) Sonst wie Nr. 2	94 bis 96	Desgleichen wie bei Nr. 2											
6	**Emden,**	95	1 416	qm	Spundwände[1]	U	24 075	17,0	2 705	cbm	Hinterfüllungssand aus der Ems gebaggert und herangeschafft	U	3 516	1,3
	Hafen, Westerbutfenne	bis	196	Stück	Gordungs- und Ankerpfähle[4]	"	3 700	18,9						
	Regierung Aurich	96	11 075	kg	Schmiedeeisen der Anker usw.	"	3 212	0,29						

5. Erläuterungen.

*) In dieser Spalte bedeutet T = Tagelohn, A = Accord; U = Unternehmer.

Sonstige Bemerkungen.

Zu 1. Ufermauern:

[1]) 20 cm stark, 3,0 bis 4,5 m tief gerammt.
[2]) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 5 Th. Kleinschlag.
[3]) 5,0 m hoch.
[4]) 18 cm stark, 6,5 m tief ger.
[5]) 40 cm stark, 7,5 m lang, 7,0 m tief gerammt.
[6]) 13 cm stark, 3,9 bis 5,5 m tief gerammt.
[7]) 170 cbm gebaggert, 2500 cbm neuer Hinterfüllungsboden angeliefert.
[8]) 30 cm stark, 7,5 m tief ger.
[9]) Mischung 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 5 Th. Kleinschlag.
[10]) 10 bis 13 cm stark, 2,3 bis 3,7 m tief gerammt.
[11]) einschl. Wiederhinterfüll.
[12]) 30 cm stark, 6,5 m lang, 5,5 m tief gerammt.
[13]) 30 cm stark, 10 m lang u. 35 cm stark, 16,5 m lang.
[14]) 10 cm stark.
[15]) 10 cm stark, 2,9 m lang.
[16]) Zus. 67,7 t, je t 207 ℳ.
[17]) bis −1,0 m a. R. P. Schüttbeton, Mischung 1 Th. Cement, 4 Th. Sand, 10 Th. Kleinschlag; bis +1,95 m a. R. P. Stampfbeton, Mischung 1 Th. Cement, 2 Th. Sand, 8 Th. Kies, 15 Th. Kleinschlag.
[18]) Klinker, 2,5 bis 3 St. stark.
[19]) Niedermendiger Basaltlava 25 cm stark.
[20]) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 3 Th. Kies, 3 Th. Kleinschl.
[21]) 5 cm stark, 10,0 m lang.
[22]) 1 Th. Cement, 4,5 Th. Sand, 6,5 Th. Kleinschlag.
[23]) 40 cm stark, 11,0 m lang.
[24]) Unter Wiederverwendung beim Abbruch der alten Mauer gewonnener Steine.
[25]) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 5 Th. Kleinschlag.
[26]) Verwandt wurden: 801 t Flußstahlschienen, 28 t Unterlagsplatten usw.

Zu 2. Uferschälungen:

[1]) 20 cm stark, 9,0 m lang.
[2]) 5 cm stark, 5,0 m lang.
[3]) i. M. 8 cm stark.
[4]) 25 und 30 cm Durchmesser, 8,0 u. 4,0 m lang.
[5]) 18 cm stark.
[6]) 40 cm Durchmesser, 11,0 m lang.

1	2	3	4												
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Fluß, Provincial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe												
			Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ
							1. Feste Wehre.							
	Ueberfallwehr:													
1	**Oppeln,**	94	550	qm	Spundwände[1]	T	11 753	21,4	31	cbm	Klinkermauerwerk	U	391[7]	12,6
	Winske.	bis	245	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	"	623	2,5	47	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	5 264	112,0
	Ober-Präsid.	95	229	"	Schuttbeton[3]	U	4 763	20,8						
	Breslau													
2	**Niedersaalhen,**	96	1 994	qm	Spundwände[4]	U	34 670	17,4	1 430	cbm	Thonschüttung zwischen den Spundwänden	U	2 145	1,5
	Meglitze.	bis	195	Stück	Rundpfähle[5]	"	8 343	42,8						
	Sonst wie Nr. 1	97	460	qm	eichener Bohlenbelag[6]	"	4 692	10,2						
							2. Bewegliche Wehre.							
	Nadelwehr:													
1	**Jannschkowitz,**	93	1 845	qm	Spundwände[1]	T	47 075	25,5	646	cbm	Klinkermauerwerk	U	12 518	19,4
	Obere Oder.	bis	1 771	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	5 314	3,0	60	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[5]	"	26 192	436,5
	Ober-Präsid.	95	1 390	"	Schuttbeton[3]	"	22 350	16,0						
	Breslau		153	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	20 173	132,0	650	"	Nadeln, 4,1 m lang[6]	"	2 893	4,5
									300	"	desgl. 4,6 m "[6]	"	1 635	5,5
2	**Krempa,**	92	1 538	qm	Spundwände[4]	T	34 320	22,3	717	cbm	Klinkermauerwerk	U	15 125	21,1
	sonst wie Nr. 1	bis	3 388	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	10 164	3,0	60	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[5]	"	26 073	449,6
		95	1 438	"	Schuttbeton[3]	"	25 303	17,6						
			156	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	21 055	135,0	650	"	Nadeln, 4,0 m lang[6]	"	3 250	5,0
									300	"	desgl. 4,5 m "[6]	"	1 650	5,5
3	**Krappitz,**	93	2 131	qm	Spundwände[4]	T	57 666	27,1	783	cbm	Klinkermauerwerk	U	18 704	23,9
	sonst wie Nr. 1	bis	2 920	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	8 760	3,0	73	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[7]	"	31 280	428,5
		96	1 610	"	Schuttbeton[3]	"	32 826	20,4						
			188	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	24 934	132,0	840		Nadeln 4,1 m lang[6]	"	4 129	4,9
									300	"	desgl. 4,6 m "[6]	"	1 625	5,4
4	**Rogau,**	"	1 598	qm	Spundwände[1]	T	38 330	24,0	609	cbm	Klinkermauerwerk	U	14 677	24,1
	sonst wie Nr. 1		3 454	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	10 362	3,0	64	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[8]	"	26 804	418,8
			1 438	"	Schuttbeton[3]	"	26 452	18,4						
			159	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	20 352	128,0	700	"	Nadeln 4,0 m lang[6]	"	2 880	4,1
									300	"	desgl. 4,5 m "[6]	"	1 493	5,0
5	**Konty,**	"	2 107	qm	Spundwände[1]	T	64 547	30,6	662	cbm	Klinkermauerwerk	U	16 714	25,2
	sonst wie Nr. 1		2 606	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	7 818	3,0	73	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[9]	"	28 104	385,0
			1 570	"	Schuttbeton[3]	"	28 943	18,4						
			174	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	21 444	123,2	850	"	Nadeln 3,6 m lang[6]	"	3 077	3,6
									300	"	desgl. 4,1 m "[6]	"	1 417	4,7
6	**Groschowitz,**	92	2 151	qm	Spundwände[4]	T	63 488	29,5	737	cbm	Klinkermauerwerk	U	18 090	24,6
	sonst wie Nr. 1	bis	2 268	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	6 804	3,0	73	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[10]	"	30 957	424,1
		96	1 643	"	Schuttbeton[3]	"	29 003	17,8						
			195	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	24 127	124,0	850	"	Nadeln 3,8 m lang[6]	"	3 160	3,7
									300	"	desgl. 4,3 m "[6]	"	1 385	4,6
7	**Oppeln,**	91	1 749	qm	Spundwände[4]	T	37 923	21,7	508	cbm	Klinkermauerwerk	U	11 616	22,9
	sonst wie Nr. 1	bis	2 300	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	4 415	1,9	69	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[12]	"	20 331	294,6
		95	1 528	"	Schuttbeton[3]	"	21 363	14,0						
			177	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	22 094	125,0	950	"	Nadeln 2,4 m lang[6]	"	2 138	2,3
									230	"	desgl. 2,9 m "[6]	"	552	2,4
8	**Frauendorf,**	93	2 570	qm	Spundwände[4]	T	72 050	28,0	810	cbm	Klinkermauerwerk	U	18 387	22,7
	sonst wie Nr. 1	bis	3 224	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	9 672	3,0	86	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[13]	"	35 513	412,9
		95	1 815	"	Schüttbeton[3]	"	33 935	18,7						
			223	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	28 323	127,0	1 000	"	Nadeln 3,8 m lang[6]	"	4 600	4,6
									300	"	desgl. 4,4 m "[6]	"	1 500	5,0
9	**Groß-Döbern,**	"	2 852	qm	Spundwände[4]	T	67 787	23,8	820	cbm	Klinkermauerwerk	U	19 984	24,4
	sonst wie Nr. 1		3 118	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	9 353	3,0	98	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[14]	"	40 942	417,8
			2 012	"	Schüttbeton[3]	"	39 730	19,8						
			247	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	33 411	135,0	1 300	"	Nadeln 4,0 m lang[6]	"	6 370	4,9
									300	"	desgl. 4,5 m "[6]	"	1 620	5,4

5. Erläuterungen.

*) In dieser Spalte bedeutet: T = Tagelohn, A = Accord, U = Unternehmer.

Sonstige Bemerkungen.

1. Feste Wehre:

[1] 20 cm stark.
[2] Zwisch. d. Spundwänden.
[3] 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 5 Th. Kleinschlag.
[4] 16 bis 20 cm stark, Rammtiefe 3,5 m.
[5] durchschn. 9,5 m l., 30 cm stark, Rammtiefe 3 bis 5 m.
[6] 10 cm stark.
[7] ohne den Werth der Klinker, welche anderweit beschafft waren.

2. Bewegliche Wehre:

[1] 20 cm stark. Rammtiefe 4,5 bis 6 m.
[2] Zwischen den Spundwänden.
[3] 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 5 Th. Kleinschlag.
[4] 20 cm stark, Rammtiefe 4,5 bis 5 m.
[5] 41 Stück 3,9 m, 19 Stück 4,1 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen 586 bezw. 678 kg, an Gufseisen 102 kg.
[6] Kiefernholz 10 cm breit, in der Mitte 10 bis 12 cm, an den Enden 7 bis 10 cm stark.
[7] 41 Stück 3,6 m, 19 Stück 4,2 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen 609 bezw. 688 kg, an Gufseisen 148 bezw. 155 kg.
[8] 54 Stück 3,9 m, 19 Stück 4,4 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen 646 bezw. 714 kg, an Gufseisen 118 bez. 177 kg.
[9] 45 Stück 3,6 m, 19 Stück 4,1 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen 559 bezw. 706 kg; an Gufseisen 106 bezw. 148 kg
[10] 54 Stück 3,4 m, 19 Stück 3,9 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen 536 bezw. 615 kg; an Gufseisen 110 bezw. 150 kg.
[11] 54 Stück 3,6 m, 19 Stück 4,1 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen 563 bezw. 653 kg, an Gußeisen 108 bezw. 149 kg.
[12] 54 Stück 2,9 m, 15 Stück 2,8 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen 378 bezw. 410 kg, an Gufseisen 79 kg.
[13] 67 Stück 3,7 m, 19 Stück 4,2 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen 608 bezw. 676 kg, an Gufseisen 116 kg.
[14] 79 Stück 3,9 m, 19 Stück 4,4 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen 613 bezw. 697 kg, an Gufseisen 116 kg.

1	2	3	4											
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Fluſs, Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschlieſslich der Baustoffe											
			Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ
	Nadelwehr:													
10	**Oderhof,** Obere Oder. Ober-Präsid. Breslau	93 bis 95	2 206	qm	Spundwände[1]	T	67 125	30,4	570	cbm	Klinkermauerwerk	U	13 729	24,1
			1 995	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	5 985	3,0	75	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[12]	"	26 998	359,7
			1 582	"	Schuttbeton[3]	"	30 355	19,2	900	"	Nadeln 3,3 m lang[13]	"	2 655	3,0
			192	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	26 479	138,0	300	"	desgl. 4,0 m " [13]	"	1 290	4,3
11	**Sowade,** sonst wie Nr. 10	"	2 505	qm	Spundwände[4]	T	84 612	33,8	860	cbm	Klinkermauerwerk	U	20 801	24,2
			2 979	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	8 937	3,0	90	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[14]	"	37 165	412,9
			1 940	"	Schuttbeton[3]	"	39 362	20,3	1 100	"	Nadeln 4,0 m lang[13]	"	5 280	4,8
			228	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	31 448	138,0	300	"	desgl. 4,5 m " [13]	"	1 590	5,3
12	**Neiſsemündung,** sonst wie Nr. 10	92 bis 95	1 796	qm	Spundwände[5]	T	49 110	27,3	668	cbm	Klinkermauerwerk	U	15 108	22,6
			3 857	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	11 572	3,0	66	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[15]	"	28 784	436,1
			1 532	"	Schuttbeton[6]	"	28 698	18,7	720	"	Nadeln 4,0 m lang[13]	"	3 600	5,0
			196	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	25 874	132,0	300	"	desgl. 4,5 m " [13]	"	1 650	5,5
13	**Breslau,** Groſsschiffahrtsweg. Sonst wie Nr. 10	95 bis 97	1 404	qm	Spundwände[9]	T	29 622	21,1	141	cbm	Granitwerksteinmauerwerk	U	16 860	119,6
			1 550	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	U	2 325	1,5	58	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[16]	"	19 570	337,4
			793	"	Schuttbeton[10]	"	15 117	19,1	1 100	"	Nadeln 3,2 m lang[13]	"	2 310	2,1
			438	"	Granitbruchsteinmauerwerk	"	9 745	22,2						
14	**Wolfsanger,** Fulda. Ober-Präsid. Hannover	93 bis 97	1 258	qm	Spundwände[11]	U	20 480	16,3	161	cbm	Sandwerksteinmauerwerk des Wehrrückens	U	15 005	93,2
			2 012	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	"	6 034	3,0	175	qm	Pflaster desgl.[17]	"	2 538	14,5
			470	"	Schuttbeton[10]	"	9 918	21,1	45	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[18]	"	10 714	238,1
			251	"	Bruchsandsteinmauerwerk	"	5 422	21,6	752	"	Nadeln 3,5 m lang[19]	"	5 213	6,9
15	**Spiekershausen,** sonst wie Nr. 14	"	1 368	qm	Spundwände[11]	U	19 710	14,4	182	qm	Pflaster des Wehrrückens[17]	U	2 639	14,5
			250	cbm	Erdaushub über Wasser	"	300	1,2	140	cbm	Steinpackung des festen Wehres	"	980	7,0
			2 500	"	desgl. unter Wasser[2]	"	7 500	3,0	45	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[18]	"	10 730	238,4
			140	m	Fangedämme[8]	"	7 000	50,0	752	"	Nadeln 3,5 m lang[19]	"	5 238	7,0
			600	cbm	Stampfbeton[6]	"	13 044	21,7						
			324	"	Bruchsandsteinmauerwerk	"	6 998	21,6						
			214	"	Sandwerksteinmauerwerk des Wehrrückens	"	19 730	92,2						
16	**Kragenhof,** sonst wie Nr. 14	"	1 180	qm	Spundwände[9]	U	18 512	15,7	161	cbm	Sandwerksteinmauerwerk des Wehrrückens	U	15 000	93,2
			2 300	cbm	Erdaushub unter Wasser[2]	"	7 820	3,4	175	qm	Pflaster desgl.[17]	"	2 540	14,5
			70	m	Fangedämme[8]	"	3 500	50,0	45	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[20]	"	10 768	239,3
			470	cbm	Schutt- und Stampfbeton[6]	"	9 917	21,1	752	"	Nadeln 3,5 m lang[21]	"	5 247	7,0
			260	"	Bruchsandsteinmauerwerk	"	5 620	21,6						
17	**Speele,** sonst wie Nr. 14	93 bis 96	790	cbm	Erdaushub über Wasser	U	1 035	1,42	101	cbm	Sandwerksteinmauerwerk des Wehrrückens	U	9 413	93,2
			2 500	"	desgl. unter Wasser	"	8 650	3,46	122	qm	Pflaster desgl.[17]	"	1 769	14,5
			105	m	Fangedämme[8]	"	5 250	50,0	39	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[20]	"	8 672	222,4
			477	cbm	Schutt- und Stampfbeton	"	10 065	21,1	608	"	Nadeln 3,8 m lang[21]	"	4 734	7,8
			150	"	Magerbeton[10] des Landpfeilers	"	2 070	13,8						
			173	"	Bruchsandsteinmauerwerk	"	3 747	21,6						
18	**Wilhelmshausen,** sonst wie Nr. 14	"	1 313	qm	Spundwände[11]	U	20 172	15,4	181	cbm	Sandwerksteinmauerwerk des Wehrrückens	U	16 841	93,2
			1 508	cbm	Erdaushub über Wasser	"	1 810	1,2	171	qm	Pflaster desgl.[17]	"	2 480	14,5
			2 913	"	desgl. unter Wasser[2]	"	8 738	3,0	45	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern[20]	"	11 044	245,4
			488	"	Schuttbeton[6]	"	10 297	21,1	752	"	Nadeln 3,8 m lang[21]	"	5 912	7,9
			260	"	Bruchsandsteinmauerwerk	"	6 100	23,5						

5 — Erläuterungen.

*) In dieser Spalte bedeutet T = Tagelohn, A = Accord, U = Unternehmer.

Sonstige Bemerkungen.

[1] 20 cm stark. Rammtiefe 4,5 bis 5 m.

[2] Zwischen den Spundwänden.

[3] 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 5 Theile Kleinschlag.

[4] 20 cm stark. Rammtiefe 5,0 m.

[5] 20 cm stark. Rammtiefe 5,3 m.

[6] 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 6 Theile Kleinschlag.

[7] 12 cm stark, Rammtiefe 1,3 m.

[8] 2,0 bis 2,5 m hoch.

[9] 12 cm stark, Rammtiefe 2,0 bis 2,5 m.

[10] 1 Theil Cement, 4 bis 5 Theile Sand, 8 bis 10 Theile Kleinschlag.

[11] 12 cm stark, Rammtiefe 1,1 m.

[12] 56 Stück 3,0 m, 19 Stück 3,8 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen: 505 bezw. 607 kg, an Guſseisen: 117 kg.

[13] Kiefernholz, 10 cm breit, in der Mitte 10 bis 12, an den Enden 7 bis 10 cm stark.

[14] 71 Stück 3,7 m, 19 Stück 4,2 m hoch; Gewicht an Schmiedeeisen: 596 bezw. 684 kg, an Guſseisen: 116 kg.

[15] 47 Stück 3,8 m, 19 Stück 4,3 m hoch.

[16] 29 Stück 2,8 m, 29 Stück 3 m hoch; Gewicht durchschnittlich an Schmiedeeisen: 548 kg, an Guſseisen: 124 kg.

[17] Sandsteine, 30 cm hoch, in Cementmörtel gelegt.

[18] 3,3 m hoch; Gewicht durchschn. an Schmiedeeisen: 479 kg, an Guſseisen: 46 kg

[19] Tannenholz, 10 cm breit, in der Mitte 10 cm, an den Enden 7 cm stark

[20] 3,4 m hoch; Gewicht durchschn. an Schmiedeeisen: 460 kg, an Guſseisen: 46 kg.

[21] Tannenholz, 10 cm breit, in der Mitte 10 bis 12 cm, an den Enden 7 cm stark.

1	2	3	4												5
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Fluſs, Wasserstraſse. Provincial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschlieſslich der Baustoffe												Erläuterungen. *) In dieser Spalte bedeutet: T = Tagelohn, A = Accord; U = Unternehmer. Sonstige Bemerkungen.
			Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	
19	Nadelwehr: **Bonnafort,** Fulda. Ober-Präsid. Hannover	93 bis 97	1 404	cbm	Erdaushub über Wasser	Ü	1 685	1,2	181	cbm	Sandwerksteinmauerwerk des Wehrrückens	Ü	16 870	93,2	
			2 792	"	desgl. unter Wasser	"	8 376	3,0	154	qm	Pflaster desgl.⁶)	"	2 233	14,5	
			139	m	Fangedämme¹)	"	6 950	50,0	45	Stück	Wehrböcke mit Zubehör und Lagern⁷)	"	11 260	250,2	
			643	cbm	Stampfbeton²)	"	13 567	21,1	752	"	Nadeln 3,6 m lang⁸)	"	5 912	7,9	
			260	"	Bruchsandsteinmauerwerk	"	5 616	21,6							
20	Schützenwehr: **Oppeln,** Mühlgraben. Oderstrom-Bauverwaltung	92 bis 93	70	m	Fangedämme³)	T	8 755	125,1	16	Stück	Schützöffnungen⁹) einschlieſslich Laufbrücke, Griesständer und Windevorrichtungen				
			1 100	cbm	Erdaushub unter Wasser	"	2 242	2,0			a) Eisenarbeiten¹⁰)	U	17 825	1194,0	
			310	"	Schüttbeton⁴)	Ü	7 283	23,5			b) Zimmerarbeiten	"	1 279		
			357	"	Ziegelmauerwerk	"	9 247	25,9							
			24	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	2 940	122,5							
21	**Lindenwerder,** Netze. Regierung Bromberg	95 bis 96	911	qm	Spundwände⁵)	T	12 345	13,6	135	cbm	Granitwerksteinmauerwerk	Ü	17 841	132,2	
			1 734	cbm	Erdaushub zwischen denselben	"	2 394	1,4	13	Stück	Schützöffnungen¹¹) einschl. Brücke, Griesständern u. Windevorrichtungen	"	52547	4042,1	
			430	"	Schüttbeton²)	"	9 002	20,9							
			440	"	Ziegelmauerwerk	Ü	10 395	23,6							
					Schleusen.										
1	Kammerschleuse: **Januschkowitz,** Obere Oder. Ober-Präsid. Breslau	92 bis 96	1 555	qm	Spundwände¹)	T	44 061	28,0	2 490	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton³) mit Klinkerverbl.	Ü	53 535	21,5	
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	4 607	—	33	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	3 366	102,0	
			6 365	cbm	Erdaushub unter Wasser²)	Ü	19 094	3,0	142	qm	eiserne Schleusenthore⁶)	"	31 849	224,0	
			2 500	"	Schüttbeton⁴)	"	51 250	20,5							
2	**Krempa,** sonst wie Nr. 1	92 bis 95	1 564	qm	Spundwände¹)	T	41 195	26,0	2 467	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton⁴) mit Klinkerverbl.	Ü	52 225	21,2	
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	5 039	—	33	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	3 822	116,0	
			6 388	cbm	Erdaushub unter Wasser²)	Ü	19 164	3,0	137,3	qm	eiserne Schleusenthore⁷)	"	31 927	233,0	
			2 551	"	Schüttbeton³)	"	47 126	18,5							
3	**Krappitz,** sonst wie Nr. 1	93 bis 95	1 493	qm	Spundwände¹)	T	35 030	23,6	2 565	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton⁵) mit Klinkerverbl.	Ü	55 102	21,5	
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	4 799	—	33	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	4 221	128,0	
			6 381	cbm	Erdaushub unter Wasser²)	Ü	19 143	3,0	147	qm	eiserne Schleusenthore⁸)	"	32 358	220,0	
			2 509	"	Schüttbeton³)	"	52 893	21,1							
4	**Rogau,** sonst wie Nr. 1	93 bis 96	1 535	qm	Spundwände¹)	T	39 285	25,5	2 335	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton⁵) mit Klinkerverbl.	Ü	53 218	22,8	
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	5 078	—	32	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	3 839	120,0	
			6 455	cbm	Erdaushub unter Wasser²)	Ü	19 365	3,0	133	qm	eiserne Schleusenthore⁹)	"	30 558	230,0	
			2 551	"	Schüttbeton³)	"	49 471	19,4							
5	**Konty,** sonst wie Nr. 1	"	1 585	qm	Spundwände¹)	T	46 527	29,1	2 164	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton⁵) mit Klinkerverbl.	Ü	49 364	22,8	
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	4 982	—	32	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	3 874	121,0	
			6 381	cbm	Erdaushub unter Wasser²)	Ü	19 144	3,0	130	qm	eiserne Schleusenthore¹⁰).	"	30 469	234,0	
			2 502	"	Schüttbeton³)	"	51 814	20,7							
6	**Groschowitz,** sonst wie Nr. 1	92 bis 96	1 501	qm	Spundwände¹)	T	44 567	29,6	2 174	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton⁵) mit Klinkerverbl.	Ü	47 342	21,8	
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	4 413	—	32	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	3 612	113,0	
			6 071	cbm	Erdaushub unter Wasser²)	Ü	18 212	3,0	129	qm	eiserne Schleusenthore¹¹)	"	29 518	229,0	
			2 493	"	Schüttbeton⁴)	"	48 563	19,5							

Erläuterungen zu Nr. 19–21:

¹) 2,0 bis 2,5 m hoch.
²) 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 6 Th. Kleinschlag.
³) amerikanisch.
⁴) Mischung: 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 5 Th. Kleinschlag.
⁵) 15 cm stark, Rammtiefe 6,6 bis 7,0 m.
⁶) Sandsteine, 30 cm hoch, in Cementmörtel gelegt.
⁷) 3,6 m hoch, Gewicht durchschnittlich an Schmiedeeisen 460 kg, an Guſseisen 46 kg.
⁸) Tannenholz, 10 cm breit, in der Mitte 10 bis 12 cm, an den Enden 7 cm stark.
⁹) 1 Schütztafel = 4,9 qm kostet:
a) Zimmerarbeit . . . ℳ 42
b) Beschlag, Schraubenspindeln, Ketten „ 315
c) 1 Windevorrichtung „ 375
Zusammen ℳ 732
¹⁰) 100 kg Eisenarbeiten = 37,5 ℳ
¹¹) 1,80 m breit.

Erläuterungen zu Schleusen:

¹) 20 cm stark, 6—7 m tief gerammt.
²) Zwischen den Spundwänden.
³) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 5 Th. Kleinschlag.
⁴) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 3 Th. Kleinschlag.
⁵) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 3 Th. grober Kies, 3 Th. Kleinschlag.
⁶) Mit Wellblechbekleidung, 1 qm wiegt 268 kg.
⁷) desgl., 1 qm wiegt 280 kg.
⁸) desgl., 1 „ „ 266 „
⁹) desgl., 1 „ „ 276 „
¹⁰) desgl., 1 „ „ 275 „
¹¹) desgl., 1 „ „ 278 „.

1	2	3	4												5
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Wasserstraße. Provinzial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe												Erläuterungen. *) In dieser Spalte bedeutet T = Tagelohn, A = Accord, U = Unternehmer. — Sonstige Bemerkungen
			Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	
	Kammerschleuse														
7	**Oppeln,** Obere Oder. Ober-Präsid. Breslau	91 bis 95	1 536	qm	Spundwände[1]	T	35 198	22,9	2 170	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton[11]) m. Klinkerverbl.	U	48 207	22,2	[1]) 20 cm stark, 6—7 m tief gerammt.
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	2 791	—	30	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	3 422	114,0	[2]) Zwischen den Spundwänden
			6 550	cbm	Erdaushub unter Wasser[2])	U	19 651	3,0	112	qm	eiserne Schleusenthore[12])	"	28 222	252,0	
			2 433	"	Schuttbeton[3])	"	53 075	21,8							
8	**Frauendorf,** sonst wie Nr. 7	93 bis 95	1 599	qm	Spundwände[1])	T	46 039	28,7	2 191	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton[11]) m. Klinkerverbl.	U	48 290	22,1	[3]) 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 3 Th. Kleinschlag.
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	5 119	—	31	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	3 679	119,0	[4]) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 5 Th. Kleinschlag.
			6 432	cbm	Erdaushub unter Wasser[2])	U	19 296	3,0	123	qm	eiserne Schleusenthore[13])	"	28 354	231,0	
			2 530	"	Schuttbeton[4])	"	50 463	20,0							
9	**Groß-Döbern,** sonst wie Nr. 7	"	8 018	cbm	Erdaushub unter Wasser	U	7 647	0,95	2 207	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton[11]) m. Klinkerverbl.	U	52 076	23,6	[5]) 20 cm stark, 5 m tief gerammt, unter Zuhülfenahme von Spritzwasser.
			783	"	Kalksteinausbruch desgleichen	"	3 133	4,0	31	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	3 871	125,0	[6]) 1 Th. Cement, 3,5 Theile Sand, 4,5 Th. Kleinschlag.
			990	"	Schuttbeton[5])	"	21 376	21,4	122	qm	eiserne Schleusenthore[14])	"	27 815	228,0	[7]) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 4 Th. grober Kies, 2 Th. Kleinschlag.
10	**Oderhof,** sonst wie Nr. 7	"	1 545	qm	Spundwände[9])	T	46 137	29,9	2 019	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton[11]) m. Klinkerverbl.	U	45 629	22,6	[8]) 1 Th. Cement, 2 Th. Sand, 5 Th. Kleinschlag.
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	4 899	—	30	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	4 080	136,0	[9]) 20 cm stark, 4,5—5,0 m tief gerammt.
			6 364	cbm	Baggerung[2])	U	19 093	3,0	116	qm	eiserne Schleusenthore[15])	"	28 076	242,0	
			2 503	"	Schuttbeton[8])	"	48 814	19,5							
11	**Sowade,** sonst wie Nr. 7	"	1 591	qm	Spundwände[1])	T	43 917	27,6	2 157	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton[11]) m. Klinkerverbl.	U	50 875	23,6	[10]) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 6 Th. Kleinschlag.
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	5 033	—	31	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	4 020	129,7	[11]) 1 Th. Cement, 3 Th. Sand, 3 Th. grober Kies, 3 Th. Kleinschlag
			6 449	cbm	Erdaushub unter Wasser[2])	U	19 364	3,0	120	qm	eiserne Schleusenthore[16])	"	29 532	246,1	
			2 528	"	Schuttbeton[4])	"	51 510	20,4							
12	**Neisse-mündung,** sonst wie Nr. 7	92 bis 95	1 508	qm	Spundwände[1])	T	44 578	29,6	2 188	cbm	Klinkermauerwerk und Stampfbeton[11]) m. Klinkerverbl.	U	47 465	21,7	[12]) Mit Wellblechbekleidung, 1 qm wiegt 302 kg
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	5 048	—	30	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	4 109	137,0	[13]) desgl., 1 qm wiegt 284 kg
			6 716	cbm	Erdaushub unter Wasser[2])	U	20 149	3,0	111	qm	eiserne Schleusenthore[17])	"	27 011	243,3	[14]) desgl., 1 " " 286 "
			2 562	"	Schuttbeton[4])	"	52 760	20,6							[15]) desgl., 1 " " 293 "
															[16]) desgl., 1 " " 295 "
															[17]) desgl., 1 " " 298 "
13	**Ohlau,** sonst wie Nr. 7	"	7 200	cbm	Erdaushub über Wasser	U	6 840	0,95	2 227	cbm	Klinkermauerwerk	U	46 767	21,0	[18]) Mit 8 mm starker Blechhaut, 1 qm wiegt 300 kg
			1 210	"	Lettenaushub desgl.	"	3 328	2,75	2 467	"	Stampfbeton[6])	"	33 305	13,5	
			5 990	"	desgl. unter Wasser[2])	"	23 960	4,0	44,1	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	4 631	105,0	[19]) desgl., 1 qm wiegt 294 kg.
			1 315	"	Bruchsteinmauerwerk	"	22 355	17,0	143	qm	eiserne Schleusenthore[18])	"	16 548	115,7	
			365	"	Klinkerpflaster der Kammersohle	"	7 665	21,0	4	Stück	Cylinderschützen einschl. Bewegungsvorrichtung	"	4 482	1120,5	[20]) Granit, 14 cm stark.
14	**Brieg,** sonst wie Nr. 7	"	1 950	qm	Spundwände[5])	U	42 900	22,0	397	cbm	Klinkerverblendung	U	9 131	23,0	[21]) Mit 8 mm starker Blechhaut, 1 qm wiegt 270 kg
			—	—	Absteifung d. Spundwände	"	5 000	—	34	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	3 944	116,0	
			7 900	cbm	Erdaushub über Wasser	"	5 135	0,65	1 560	"	Klinkermauerwerk	"	31 200	20,0	[22]) Granit, 12 cm stark
			8 933	"	desgl. unter Wasser[2])	"	26 918	3,0	145	qm	eiserne Schleusenthore[19])	"	14 519	100,0	
			2 907	"	Schuttbeton[4])	"	42 733	14,7	4	Stück	Cylinderschützen mit Bewegungsvorrichtung	"	3 750	937,5	[23]) Mit 8—12 mm starker Blechhaut, 1 qm wiegt 293 kg.
			2 008	"	Stampfbeton[7])	"	28 112	14,0							
15	**Breslau,** (Oberschleuse), Grosser Umfahrtsweg. Ober-Präsid. Breslau	95 bis 97	1 916	qm	Spundwände[1])	T	56 361	29,4	4 347	cbm	Granitbruchstein und Klinkermauerwerk	U	100 417	23,1	
			—	—	Absteifung der Spundwände	"	3 654	—	21,7	"	Granitwerksteinmauerwerk	"	2 570	118,4	
			5 465	cbm	Erdaushub unter Wasser[2])	U	12 023	2,2	314	qm	Abdeckplatten[20])	"	7 800	21,9	
			3 121	"	Schuttbeton[8])	"	71 528	22,9	163,5	"	eiserne Schleusenthore[21])	"	16 790	102,7	
16	**Breslau,** (Unterschleuse), sonst wie Nr. 15	"	2 128	qm	Spundwände[5])	U	54 400	25,6	205	cbm	Werksteinmauerwerk	U	23 785	116,0	
			19 276	cbm	Erdaushub unter Wasser[2])	"	63 611	3,3	376	qm	Abdeckplatten[22])	"	7 500	19,9	
			3 873	"	Stampfbeton[10])	"	77 489	20,0	269	"	eiserne Schleusenthore[23])	"	30 304	112,7	
			5 740	"	Granitbruchstein- u. Klinkermauerw. u. Füllbeton	"	140 861	24,5	4	Stück	Cylinderschützen mit Bewegungsvorrichtung	"	14 400	3600	

1	2	3	4												6
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues, Wasserstrafse Provincial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschliefslich der Baustoffe												Erläuterungen. *) In dieser Spalte bedeutet T = Tagelohn; A = Accord, U = Unternehmer
			Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Sonstige Bemerkungen.
17	Kammerschleuse **Lindenwerder,** Netze. Regierung Bromberg	91 bis 96	1 359	qm	Spundwände[1]	A	22 254	16,4	1 700	cbm	Klinkermauerwerk	U	42 305	24,88	
			—	—	Absteifung d. Spundwände	„	4 317	—	44	„	Granitwerksteinmauerwerk	„	5 572	126,6	
			2 715	cbm	Erdaushub über Wasser	T	1 511	0,56							
			6 325	„	desgl. unter Wasser[2]	„	5 230	0,83	75	qm	hölzerne Schleusenthore	T	9 284	123,8	
			1 677	„	Schüttbeton[3]	U	33 000	19,7	4	Stück	Rollschützen	U	3 562	890,5	
18	**Wolfsanger,** Fulda Ober-Präsid. Hannover	93 bis 97	1 337	qm	Spundwände[4]	U	21 800	16,3	32	cbm	Werksteinmauerwerk der Drempel und Wendenischen[5]	U	2 980	93,2	
			3 415	cbm	Erdaushub über Wasser	„	4 100	1,2							
			7 700	„	desgl. unter Wasser	„	23 100	3,0							
			1 110	„	Schüttbeton[3]	„	29 750	21,1	158	qm	Sohlenpflaster der Häupter[10]	„	1 517	9,6	
			1 402	„	Bruchsteinmauerwerk	„	30 280	21,6							
			114	„	gewöhnliches Werksteinmauerwerk[5]	„	9 370	82,2	86	„	hölzerne Schleusenthore einschl. der Bewegungsvorrichtung[11]	„	13 449	156,4	
19	**Spickershausen,** sonst wie Nr. 18	„	171	m	Fangedämme[6]	U	8 700	50,0	32	cbm	Werksteinmauerwerk der Drempel und Wendenischen[5]	U	2 980	93,2	
			2 200	cbm	Erdaushub über Wasser	„	2 640	1,2							
			7 885	„	desgl. unter Wasser	„	23 655	3,0							
			1 487	„	Stampfbeton[3]	„	31 334	21,1	158	qm	Sohlenpflaster der Häupter[10]	„	1 517	9,6	
			1 420	„	Bruchsteinmauerwerk	„	30 670	21,6							
			114	„	gewöhnliches Werksteinmauerwerk[5]	„	9 370	82,2	86	„	hölzerne Schleusenthore einschl. der Bewegungsvorrichtung[11]	„	13 331	155,0	
20	**Kragenhof,** sonst wie Nr. 18	„	111	m	Fangedämme[6]	U	5 550	50,0	33	cbm	Werksteinmauerwerk der Drempel und Wendenischen[5]	U	3 075	93,2	
			3 922	cbm	Erdaushub über Wasser	„	5 509	1,4							
			4 993	„	desgl. unter Wasser	„	16 976	3,4							
			1 379	„	Schütt- und Stampfbeton[3]	„	29 055	21,1	158	qm	Sohlenpflaster der Häupter[10]	„	1 516	9,6	
			1 485	„	Bruchsteinmauerwerk	„	32 076	21,6							
			116	„	gewöhnliches Werksteinmauerwerk[5]	„	9 535	82,2	86	„	hölzerne Schleusenthore einschl. der Bewegungsvorrichtung[11]	„	13 390	155,7	
21	**Speele,** sonst wie Nr. 18	93 bis 96	110	m	Fangedämme[6]	U	7 000	50,0	32	cbm	Werksteinmauerwerk der Drempel und Wendenischen[5]	U	2 982	93,2	
			10 180	cbm	Erdaushub über Wasser	„	12 216	1,2							
			9 015	„	desgl. unter Wasser	„	27 015	3,0							
			740	qm	Spundwände[7]	„	14 166	19,0	100	qm	Sohlenpflaster der Häupter[10]	„	1 536	9,6	
			1 393	cbm	Schütt- und Stampfbeton[3]	„	29 392	21,0							
			1 753	„	Bruchsteinmauerwerk	„	37 865	21,6	95	„	hölzerne Schleusenthore einschl. der Bewegungsvorrichtung[11]	„	14 095	148,0	
			118	„	gewöhnliches Werksteinmauerwerk[5]	„	9 700	82,2							
22	**Wilhelmshausen,** sonst wie Nr. 18	„	1 132	qm	Spundwände[8]	U	22 000	15,4	33	cbm	Werksteinmauerwerk der Drempel und Wendenischen[5]	U	3 076	93,2	
			3 330	cbm	Erdaushub über Wasser	„	3 996	1,20							
			6 590	„	desgl. unter Wasser	„	19 770	3,0							
			1 437	„	Schüttbeton[3]	„	30 321	21,1	160	qm	Sohlenpflaster der Häupter[10]	„	1 536	9,6	
			1 697	„	Bruchsteinmauerwerk	„	36 655	21,6							
			119	„	gewöhnliches Werksteinmauerwerk[5]	„	9 782	82,2	95	„	hölzerne Schleusenthore einschl. der Bewegungsvorrichtung[11]	„	14 319	150,0	
23	**Bonafort,** sonst wie Nr. 18	93 bis 97	103	m	Fangedämme	U	5 150	50,0	36	cbm	Werksteinmauerwerk der Drempel und Wendenischen[5]	U	3 356	93,2	
			5 862	cbm	Erdaushub über Wasser	„	7 034	1,2							
			7 814	„	desgl. unter Wasser	„	27 740	3,55							
			1 872	„	Stampfbeton[3]	„	39 500	21,1	157	qm	Sohlenpflaster der Häupter[10]	„	1 508	9,6	
			1 944	„	Bruchsteinmauerwerk	„	42 000	21,6							
			123	„	gewöhnliches Werksteinmauerwerk	„	10 114	82,2	102,4	„	hölzerne Schleusenthore einschl. der Bewegungsvorrichtung[11]	„	14 877	145,0	
24	**Münden,** sonst wie Nr. 18	„	144	qm	Spundwände[9]	U	2 094	14,5	42	cbm	Werksteinmauerwerk der Drempel und Wendenischen[5]	U	3 914	93,2	
			11 340	cbm	Erdaushub über Wasser	„	11 350	1,0							
			9 332	„	desgl. unter Wasser	„	23 350	2,50							
			1 750	„	Stampfbeton[3]	„	36 925	21,10	163	qm	Sohlenpflaster d. Häupter[10]	„	1 565	9,6	
			2 731	„	Bruchsteinmauerwerk	„	58 443	21,4	126	„	eis. Schleusenthore einschl. der Bewegungsvorr.[11]	„	15 806	125,5	
			113	„	gewöhnliches Werksteinmauerwerk	„	9 289	82,2	51	„	Grundfläche der Drehbrücke[12]	–	6 766	132,8	

Erläuterungen (Sp. 6):

[1]) 15 cm stark, 6 bis 8 m tief gerammt.

[2]) Zwischen den Spundwänden.

[3]) 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 6 Theile Kleinschlag.

[4]) 12 cm stark, 1,9 m tief gerammt.

[5]) Sandstein.

[6]) Durchschnittlich 2,0 m hoch.

[7]) 12 cm stark, 1,2 bis 2,8 m tief gerammt.

[8]) 12 cm stark, 1,1 m tief gerammt.

[9]) 12 cm stark, 4,1 m tief gerammt.

[10]) Sandstein 0,3 m stark.

[11]) 1 Bewegungsvorrichtung mit Triebstock wog 530 kg und kostete 560 ℳ.

[12]) 100 kg Schmiede- und Gufseisen kostete 36 ℳ.



1	2	3	4												5
Nr.	Gegenstand und Ort des Baues. Wasserstraße. Provincial-Behörde	Zeit der Ausführung	Massen und Kosten der wichtigsten Bauarbeiten einschließlich der Baustoffe: Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Anzahl	Vordersätze	Gegenstand	Betriebsart*)	Kosten ℳ	Einheitspreis ℳ	Erläuterungen. *) In dieser Spalte bedeutet: T = Tagelohn, A = Accord, U = Unternehmer. Sonstige Bemerkungen.
25	Kammerschleuse **Templin,** Templiner Canal. Regierung Potsdam	94 bis 95	1 511	qm	Spundwände¹)	U	32 564	21,5	47	cbm	Granitwerksteinmauerwerk	U	5 970	127,0	
			6 957	cbm	Erdaushub über Wasser	T	10 087	1,4	70,1	qm	eiserne Schleusenthore	„	14 235	203,0	
			4 370	„	desgl. unter Wasser	U	4 765	[illegible]	4	Stück	Bewegungsvorrichtung der Thore	„	864	216,0	
			160	„	desgl. desgl.	„	2 467	[illegible]							
			1 363	„	Schüttbeton²)	„	24 108	[illegible]	50	qm	Grundfläche der Brücke	„	3 310	66,2	
			2 236	„	Klinkermauerwerk	„	16 180	[illegible]							
26	Deich- und Kammerschleuse **Glückstadt,** Rhyn. Regierung Schleswig	93 bis 96	61	m	äußere Fangedämme³)	U	22 800	373,8	525	cbm	Stampfbeton	U	9 872	18,8	
			21,5	m	innere Fangedämme⁴)	„	3 443	158,9	988	„	Klinkermauerwerk	„	26 800	27,1	
			645	qm	Spundwände⁵)	„	8 932	13,8	90	„	Granitwerksteinmauerwerk	„	12 259	136,2	
			3 850	m	Rostpfähle⁶)	„	22 734	5,9							
			5 691	cbm	Erdaushub im Trockenen	„	6 829	1,2	69	qm	hölzerne Schleusenthore	„	5 139	74,5	
27	Kammerschleuse **Wettin,** Saale. Regierung Merseburg	94 bis 95	35,5	m	Fangedämme⁷)	U	2 567	72,3	171	qm	Bohlwerkswände mit Verankerung	U	1 914	11,0	
			135	qm	Spundwände⁸)	„	1 688	12,5	24	Stück	Ankerpfähle	„	494	20,6	
			121	Stück	Rostpfähle⁹)	„	2 122	17,5	1 380	kg	eiserne Anker	„	690	0,50	
			50	qm	Rostbelag¹⁰)	„	1 073	21,5	19,3	qm	hölzerne Schleusenthore	„	2 337	121,1	
28	Schleppschleusen bei a) **Frankfurt a. M.,** b) **Höchst,** c) **Okriftel,** d) **Flörsheim,** e) **Kostheim,** Main. Regierung Wiesbaden	92 bis 94	Für sämtliche 5 Unterhäupter:												
			417	m	Fangedämme¹¹)	U	43 834	105,1	98	cbm	Klinkermauerwerk	U	3 528	36,0	
			1 950	qm	Spundwände¹²)	„	18 525	9,50	542	„	Sandsteinverblendung	„	22 495	41,5	
			7 412	cbm	Erdarbeiten über Wasser	„	11 341	1,53	368	qm	hölzerne Schleusenthore	„	51 900	141,0	
			3 477	„	Schüttbeton¹³)	„	64 284	18,50	10	Stück	Bewegungsvorrichtungen derselben	„	2 300	230,0	
			3 420	„	Bruchsteinmauerwerk	„	59 850	17,5							
			644	„	Sandwerksteinmauerwerk	„	42 182	65,5	10	Stück	eiserne Drehschütze der Umläufe¹⁴)	„	17 310	1731,0	
			378	„	Basaltwerksteinmauerwerk	„	42 903	113,5							
			Für sämtliche 5 Schleusenkammern:												
			22000	cbm	Erdaushub unter Wasser	T	81 114	[illegible]	5641	qm	Leinpfadpflaster¹⁵)	U	19 633	3,50	
			20803	qm	Böschungspflaster¹⁶)	U	382 092	18,4	120	Stück	eiserne Schiffshaltepfähle mit Betonklotz	T	6 648	55,4	
			Für sämtliche 5 Umläufe.												
			154	m	Fangedämme¹⁷)	U	2 737	18,[illegible]	6	cbm	Basaltwerksteinmauerwerk	U	681	113,5	
			295	qm	Spundwände¹⁸)	„	3 127	11,[illegible]	217	„	Klinkermauerwerk der Gewölbe	„	11 472	52,9	
			5 200	cbm	Erdarbeiten über Wasser	„	9 527	[illegible]	280	„	Ziegelhintermauerung	„	6 840	24,4	
			550	„	Schütt- u. Stampfbeton²¹)	„	10 910	19,8	57	„	Sandsteinverblendung	„	2 366	41,[illegible]	
			224	„	Bruchsteinmauerwerk	„	3 868	17,3	5	Stück	eiserne Drehschütze²²)	„	8 690	1738,0	
			92	„	Sandwerksteinmauerwerk	„	6 026	65,5							
29	Fluthschleuse **Breslau,** Großschiffahrtsweg. Ober-Präsid. Breslau	96 bis 97	755	qm	Spundwände²³)	T	16 [illegible]	21,[illegible]	82	qm	eisernes Schiebethor²⁴) einschl. der gußstahl. Anschlagplatten	U	13 858	169,0	
			—	—	Absteifung der Spundwände	„	439	—							
			975	cbm	Erdaushub unter Wasser	U	2 145	2,2	8 325	kg	Eisen der Bewegungsvorrichtung des Thores	„	4 995	0,60	
			500	„	Schüttbeton²⁵)	„	11 500	23,0	8 740	„	desgl. Blechbrücke des Thores	„	2 622	0,30	
			926	„	Granitbruchsteinmauerwerk	„	25 100	27,1							
			69	„	Granitwerksteinmauerwerk	„	8 900	129,0	1	Stück	eisernes Rollschütz	„	1 100	—	
			235	„	Klinkermauerwerk	„	5 275	22,4	2	„	hölzerne Gleitschütze	„	255	127,5	

Sonstige Bemerkungen:

1) 20 cm stark, 8,2 m tief gerammt.
2) 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 5 Th. Kleinschlag.
3) durchschn. 6,5 m hoch.
4) desgl. 3,5 m hoch.
5) 20 cm stark, 6 bis 8 m tief gerammt.
6) 35 bis 40 cm Durchmesser, 11 m tief gerammt.
7) durchschn. 4,6 m hoch.
8) Fichtenholz, 15 cm stark, 2,5 m tief gerammt.
9) desgl. 28 cm Durchm., 3,0 m tief gerammt.
10) Grundbalken Fichten-, im übrigen Kiefernholz, Bohlenbelag 12 cm stark.
11) durchschn. 3,5 m hoch.
12) 10 cm stark, 1,5 m tief gerammt.
13) 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 4 Theile Kies.
14) 22 bis 30 cm stark von Basaltsäulen, einschließl. der vorgesetzten Spundwand.
15) 10 cm stark, 2,5 bis 3 m tief gerammt.
16) 20 cm stark, 6 m tief gerammt.
17) zwischen den Spundwänden.
18) 1 Theil Cement, 3 Theile Sand, 6 Th. Kleinschlag.
19) mit 10 bis 15 mm starker Blechhaut, 1 qm wiegt 280 kg.
20) 100 kg Schmiedeeisen kostete 18,2 ℳ
21) 1 Theil Cement, 3,75 Th. Sand, 7,5 Theile Ziegelbrocken.
22) kieferne Hintersatzungsbohlen, 8 cm stark.
23) Fichtenholz 25 cm Durchmesser, 7 m tief gerammt.
24) 2,75 qm groß.
25) 15 bis 18 cm stark, Basaltstein.
26) mit Buckelplattenabkleidung, 1 qm = 329 kg.





